

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Escuela de Biología



**DIVERSIDAD DE AVISPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) EN
TRES ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL WALTER THILO
DEININGER, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Julio Cesar Mejía Veliz
René Eduardo Urrutia Leiva

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Ciudad Universitaria, San Salvador, julio de 2019.

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Escuela de Biología



**DIVERSIDAD DE AVISPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) EN
TRES ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL WALTER THILO
DEININGER, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Julio Cesar Mejía Veliz
René Eduardo Urrutia Leiva

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Docente asesor: Lic. José Napoleón Canjura López
Asesor externo: M.Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa

Ciudad Universitaria, San Salvador, julio de 2019.

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Escuela de Biología



**DIVERSIDAD DE AVISPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) EN
TRES ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL WALTER THILO
DEININGER, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Julio Cesar Mejía Veliz

René Eduardo Urrutia Leiva

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Tribunal calificador:

Lic. José Napoleón Canjura López

M.Sc. José Nilton Menjívar

MES. Osmín Pocasangre

Ciudad Universitaria, San Salvador, julio de 2019.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.Sc. Roger Armando Arias

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Manuel de Jesús Joya

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Ing. Nelson Bernabé Granados

SECRETARIO GENERAL

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

FISCAL

Lic. Rafael Humberto Peña Marín

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

Lic. Mauricio Hernán Lovo Córdova

VICE DECANO

Lic. Carlos Antonio Quintanilla Aparicio

SECRETARIA

Licda. Damaris Melany Herrera Turcios

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M.Sc. Ana Martha Zetino Calderón

Ciudad Universitaria, San Salvador, julio de 2019.

Índice

Resumen	VI
I. Introducción	1
II. Objetivos	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. Marco teórico.....	3
3.1 Antecedentes.....	3
3.2 Generalidades de la subfamilia Polistinae	4
3.2.1 Biología de la familia Polistinae	5
3.2.1.1 Fundación de la colonia.....	5
3.2.1.2 Nidificación de Polistinae	6
3.2.1.3 Sustratos utilizados para construcción de nidos.....	7
3.2.1.4 Alimentación	7
3.2.1.5 Enemigos naturales	8
3.2.1.6 Sistemas defensivos.....	8
3.2.1.7 Importancia económica y médica de Polistinae	9
3.2.2 Orden Hymenoptera	10
3.2.2.1 Familia Vespidae.....	10
3.3 Metodologías empleadas para el estudio de avispas Polistinae	11
IV. Metodología.....	12
4.1 Descripción del área de estudio	12
4.1.1 Clima	13
4.1.2 Topografía	14
4.1.3 Hidrología.....	15
4.1.4 Suelos	15
4.1.5 Vegetación.....	15
4.1.6 Ecosistemas presentes en el PN Deininger	16
4.1.6.1 Bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas.....	16
4.1.6.2 Bosque tropical semideciduo latifoliado	16
4.1.6.3 Bosque ribereño.....	16

4.2 Fases de la investigación.....	17
4.2.1 Metodología de la fase de campo.....	17
4.2.1.1 Rutas de recolecta.....	17
4.2.1.2 Características de los senderos del PN Walter Thilo Deininger	18
4.2.1.3 Métodos de recolecta de muestras.....	20
4.2.2 Metodología de la fase de laboratorio	21
4.3 Técnicas de análisis.....	22
4.3.1 Riqueza y diversidad	22
4.3.1.1 Diversidad de Hill	22
4.3.2 Abundancia y Distribución.....	23
4.3.4 Similitud entre ecosistemas.....	23
4.3.4.1 Prueba de Shapiro-Wilk.	23
4.3.4.2 Kruskal wallis.....	24
4.3.4.3 Análisis de conglomerados (Cluster)	24
V. Resultados.....	25
5.1 Identificación de especímenes	26
5.2 Análisis de datos	27
5.2.1 Riqueza y diversidad de avispas Polistinae.....	27
5.2.2 Abundancia de avispas Polistinae	32
5.2.3 Distribución de avispas Polistinae.....	33
5.2.4 Análisis de similitud entre ecosistemas.....	35
5.3 Descripción de las especies de avispas Polistinae recolectadas.....	37
5.3.1 Características ecológicas de avispas Polistinae del PN Walter Thilo Deininger. ..	51
VI. Discusión	55
VII. Conclusiones	62
VIII. Recomendaciones	63
IX. Referencias bibliográficas	64

Índice de figuras

Figura 1. Caracteres morfológicos distintivos para la subfamilia Polistinae (Carpenter 2012)	4
Figura 2. Avispa perteneciente a la subfamilia Polistinae (West-Eberhard 1995).....	5
Figura 3. Celda discal alargada característica de familia Vespidae (West-Eberhard 1995). 11	
Figura 4. Ubicación del PN Deininger en el departamento de La Libertad, El Salvador (Autoría propia)	12
Figura 5. Mapa del PN Deininger. Fuente: Sistema de información geográfica, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Gómez 2009)	13
Figura 6. Ecosistemas, A: Bosque Caducifolio, B: Bosque Perennifolio y C: Bosque Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.....	17
Figura 7. Recolecta de avispas con trampa de pegamento adherido a vara de bambú durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.....	21
Figura 8. Identificación de especímenes de avispas Polistinae recolectadas en el PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	21
Figura 9. Ubicación geográfica de los panales recolectados en el PN Deininger en el departamento de La Libertad, El Salvador. Mayo-octubre 2017. (Autoría propia)	25
Figura 10. Diversidad alfa de orden 0 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	27
Figura 11. Diversidad alfa de orden 1 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	28
Figura 12. Diversidad alfa de orden 2 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	29
Figura 13. Curva de acumulación de especies en los ecosistemas Caducifolio, Perennifolio y Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.....	30
Figura 14. Curva de cobertura de la muestra de los ecosistemas Caducifolio, Perennifolio y Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.....	31
Figura 15. Distribución de polistinidos en los ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	34
Figura 16. Análisis de conglomerados de los 3 ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	35
Figura 17: A) Individuo adulto de <i>Agelaia areata</i> , B) Morfología del panal de <i>A. areata</i> (autoría propia).	37

Figura 18: A) individuo adulto de tamaño mediano de <i>Agelaia centralis</i> . B) Morfología del panal de <i>A. centralis</i> (autoría propia).....	38
Figura 19: A) Individuo adulto de <i>Agelaia panamensis</i> . B) Morfología de panal de <i>A. panamensis</i> (autoría propia).....	39
Figura 20: A) Individuo adulto de <i>Agelaia xantophus</i> , B) Morfología de Panal de <i>A. xantophus</i> (autoría propia).....	40
Figura 21: A) Individuo adulto de <i>Agelaia yepocapa</i> , B) Forma del panal <i>A. yepocapa</i> (autoría propia).....	41
Figura 22: A) Individuo adulto de <i>Metapolybia azteca</i> . B) Morfología de panal de <i>M. azteca</i> (autoría propia).....	42
Figura 23: A) Individuo adulto de <i>Polybia belemensis</i> . B) Morfología de panal de <i>P. belemensis</i> (autoría propia).....	43
Figura 24: A) Individuo adulto de <i>Polybia barbouri</i> B) Morfología de panal de <i>P. barbouri</i> (autoría propia).....	44
Figura 25: A) Individuo adulto de <i>Polybia occidentalis</i> . B) Morfología de panal de <i>P. occidentalis</i> (autoría propia).....	45
Figura 26: A) Individuo adulto de <i>Sinoeca septentrionalis</i> . B) morfología de panal de <i>S. septentrionalis</i> (tomado de internet).....	46
Figura 27: A) Individuo adulto de <i>Myschocyttarus pallidipectus</i> . B) Morfología de panal de <i>M. pallidipectus</i> (autoría propia).....	47
Figura 28: A) Individuo adulto de <i>Mischocyttarus tolensis</i> . B) Morfología del panal de <i>M. tolensis</i> (autoría propia).....	48
Figura 29: A) Individuo adulto de <i>Polistes carnifex</i> . B) Morfología del panal de <i>P. carnifex</i> (autoría propia).....	49
Figura 30: A) Individuo adulto de <i>Polistes instabilis</i> . B) Morfología del panal de <i>P. instabilis</i> (autoría propia).....	50
Figura 31. Promedio de altura (suelo-árbol) de panales de avispas Polistinae recolectadas durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	51
Figura 32. Árboles hospederos de avispas Polistinae registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	52
Figura 33. Relaciones entre los géneros <i>Mischocyttarus</i> en círculo rojo y <i>Polybia</i> al centro registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	53
Figura 34. Relaciones entre avispas de la subfamilia Polistinae y ortóptero Tettigoniidae registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	54
Figura 35. Relación entre avispas Polistinae y hormigas del género <i>Camponotus</i> registrado durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	54

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la subfamilia Polistinae (Fernández 2015).....	10
Tabla 2. Ubicación taxonómica de las avispas de la subfamilia Polistinae encontradas en los 3 ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	26
Tabla 3. Frecuencia relativa de Polistinae estudiados durante el muestreo en los ecosistemas del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	32
Tabla 4. Distribución de Polistinidos estudiados durante el muestreo en los ecosistemas del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.	33

Resumen

La investigación se llevó en el Parque Nacional Walter Thilo Deiner, departamento de La Libertad, durante mayo a octubre de 2017, para conocer la riqueza, diversidad y distribución de avispas de la subfamilia Polistinae en sus tres ecosistemas. En la fase de recolecta de especímenes se recorrió los senderos de cada ecosistema, se utilizó el método de recolecta directa, buscando de manera activa los panales en la vegetación, y para la captura de especímenes se utilizó varas largas de bambú de diversos tamaños con una trampa de goma adhesiva para atrapar ratones marca Ramik glue traps ®. Los especímenes recolectados se colocaron en frascos plásticos transparentes conteniendo alcohol etílico al 70 por ciento, etiquetados con datos de muestreo, y se trasladaron al laboratorio de Insectos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas para la identificación. Se determinaron 14 especies de avispas Polistinae, añadiendo 5 especies nuevas al inventario de El Salvador, por lo que actualmente se cuenta con 25 especies, las cuales han sido registradas solo en dos áreas protegidas, teniendo la mitad de la biodiversidad de avispas Polistinae que se registran para Guatemala y un cuarto de la biodiversidad registrada en Costa Rica. Para obtener la riqueza y diversidad se utilizó la serie de números de Hill, para el ecosistema Perennifolio se obtuvo la mayor riqueza de especies, la cual fue de 11 especies, para los ecosistemas Caducifolio y Ribereño se obtuvieron 9 especies. La diversidad de orden 1 obtenida a partir de las especies verdaderas varió respecto a la riqueza, el ecosistema más diverso resultó ser el Caducifolio con 5.33 especies efectivas, luego el Perennifolio con 5.07 y finalmente el Ribereño con 4.89. En la diversidad de orden 2, también resultó con una mayor diversidad el bosque Caducifolio, con 4.16 especies efectivas, aquí el bosque Ribereño fue más diverso con 3.53, que el Perennifolio con 2.32. Sin embargo la prueba de Kruskal Wallis y el Análisis de Conglomerados basado en el índice de similitud de Jaccard no mostraron diferencias significativas entre los ecosistemas. Esta similitud observada en los ecosistemas, se debe al efecto de *Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis* que presentaron la mayor abundancia y su número no fluctuó considerablemente en los ecosistemas. Esta investigación aporta nuevos registros y datos sobre las avispas Polistinae del área, que servirán de base en futuras investigaciones y para planes de manejo.

I. Introducción

El orden Hymenoptera es considerado como el segundo más diverso del planeta, según (Triplehorn y Johnson 2005) solo superado por el Orden Coleoptera, aunque (Grimaldi y Engel 2005) consideran que Hymenoptera puede ser el más rico si se incluyen las muchas especies no descritas.

La riqueza de especies de avispas Polistinae en el trópico y Neotrópico es muy abundante, entre las investigaciones destacadas para la región Neotropical, podemos mencionar Carpenter (1982, 1996), Cubillos & Sarmiento (1996), West-Eberhard et al. (1995) y Sarmiento & Carpenter (2006).

En El Salvador los estudios más relevantes sobre la subfamilia Polistinae son los de Berry y Salazar (1957) y actualmente Miranda (2015) en el Área Natural Protegida, “La Magdalena”, Municipio de Chalchuapa y Candelaria de La Frontera, Departamento de Santa Ana.

Tomando en cuenta lo anterior es necesario realizar estudios para conocer la diversidad de la subfamilia Polistinae, ya que tiene una gran importancia biológica en los ecosistemas y además actúan como controladores biológicos de plagas agrícolas.

Al considerar la importancia que tiene las avispas Polistinae en los ecosistemas, es necesario realizar estudios para conocer la riqueza y diversidad a nivel nacional y luego realizar estudios más específicos, donde se consideren aspectos espaciales y temporales, parámetros ambientales, relaciones ecológicas de las especies, entre otros.

El propósito de este estudio es identificar la diversidad de avispas de la subfamilia Polistinae de tres ecosistemas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger, en el departamento de La Libertad, proporcionando de esta manera un listado de especies que servirá de registro a diferentes investigadores que estén interesados por este grupo y además enriquecer los estudios de este grupo de avispas en El Salvador.

II. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar la diversidad de avispas (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) en tres ecosistemas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger, Departamento de La Libertad, El Salvador.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las especies de avispas de la subfamilia Polistinae en tres ecosistemas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger.
- Calcular la riqueza y diversidad de avispas de la subfamilia Polistinae en tres ecosistemas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger.
- Determinar la distribución de avispas de la subfamilia Polistinae en tres ecosistemas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger.

III. Marco teórico

3.1 Antecedentes

Los trópicos tienen la mayor diversidad de especies de avispas sociales de la subfamilia Polistinae, Sur América, por ejemplo cuenta con el 64 por ciento, y en Colombia se cuenta con 239 especies (Sarmiento 1994), solo en Brasil han sido reportados 20 géneros y más de 200 especies (Silviera 2008).

Para Centro América, en Costa Rica, Windsor (1976) realizó un estudio sobre los pájaros depredadores de nidos de avispas de la subfamilia Polistinae, identificando las especies de aves que más destruían los nidos y consumían las larvas de dos especies de polistinos; *Polybia occidentalis* y *P. barbouri*. West-Eberhard (1995) menciona 15 especies de *Polybia* para Costa Rica, Carpenter (2002) identificó una especie nueva de *P.* para la ciencia y Valverde (2010) reporta 107 especies de avispas Polistinae.

Para Guatemala Carpenter (2012) realizó una investigación sobre la diversidad de avispas de la familia Vespidae y reportan 45 especies pertenecientes a 10 géneros de la subfamilia Polistinae.

En El Salvador solo existen dos estudios publicados sobre la diversidad de avispas de la subfamilia Polistinae. La primera información con que se cuenta es un listado de insectos, que se realizó en diferentes lugares del país, el cual estudió varios taxones, dentro de los cuales se realizó un listado de himenopteros, y dentro de estos las familia Vespidae, reportando ocho especies pertenecientes a la subfamilia Polistinae (Berry y Salazar 1957), posteriormente Miranda (2015) realizó una investigación más específica sobre el grupo, que estudió la diversidad de la subfamilia de avispas Polistinae en el Área Natural Protegida “La Magdalena”, en el municipio de Chalchuapa y Candelaria la Frontera, departamento de Santa Ana, donde se identificaron nueve géneros divididos en 20 especies.

3.2 Generalidades de la subfamilia Polistinae

Las avispas sociales neotropicales son principalmente representadas por la subfamilia Polistinae, un grupo cosmopolita que está representado por 25 géneros y más de 900 especies. Los cuales se han clasificado en 4 tribus: Polistini (solamente *Polistes*), Mischocyttarini (solamente *Mischocyttarus*), Ropalidiini (4 géneros) y Epiponini (19 géneros) (West-Eberhard *et al.* 1995, Silveira 2008). Se diferencian de otras subfamilias de véspidos por tener el primer segmento metasomal variable, que sirve como criterio taxonómico, en la Figura 1 se muestran avispas del género; I) *Vespa*, J) *Polistes*, K) *Mischocyttarus* y L) *Protopolybia*.

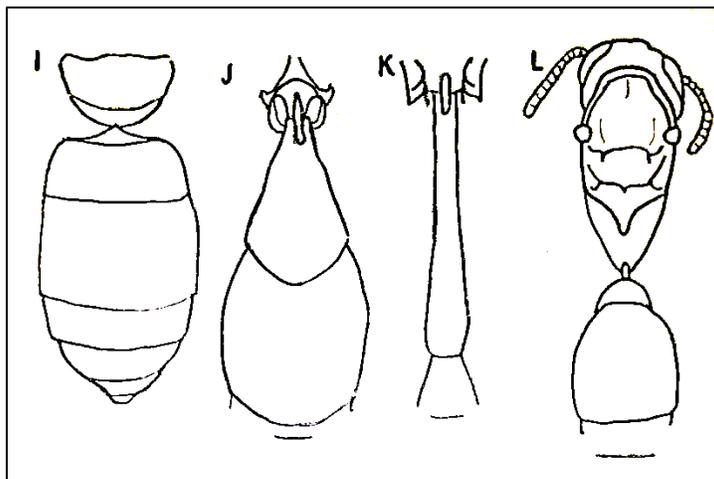


Figura 1. Primer segmento metasomal variable distintivo para la subfamilia Polistinae (Carpenter 2012)

Las avispas de la subfamilia Polistinae son muy conocidas (Figura 2), tienen un comportamiento defensivo agresivo y construyen nidos de belleza arquitectónica. Generalmente son carnívoras, su dieta consiste en artrópodos, principalmente insectos de diversos órdenes, pero con una gran prevalencia de orugas de lepidópteros. Las dietas de larvas y adultos también incluyen néctar y otros jugos vegetales. La mayoría de las especies construyen nidos aéreos, la altura desde el suelo varía con las preferencias de las especies y disponibilidad de sitios de anidación. Sin embargo, la mayoría de las especies del género *Agelai* construyen nidos ocultos en las cavidades dentro de los árboles o en el suelo (Richards 1978).

Los Polistínidos neotropicales son más diversos en ambientes boscosos, donde la riqueza de especies alcanza usualmente rangos de setenta a ochenta especies, pero pueden darse números más altos en otros ecosistemas como pantanales (Silveira 2002).

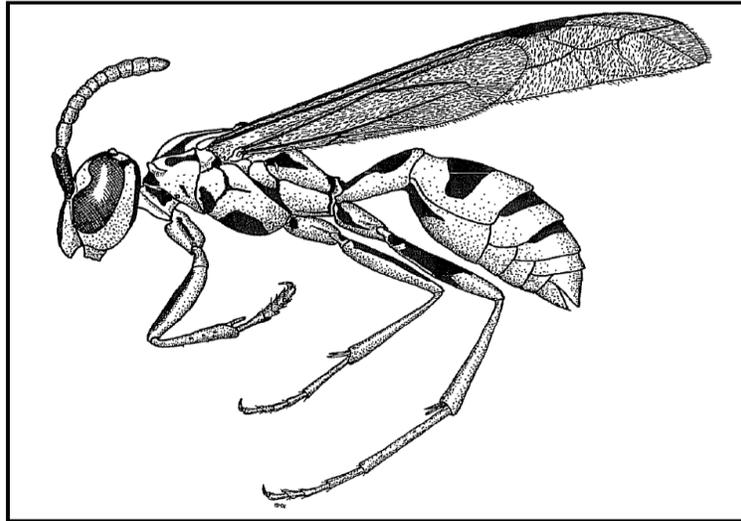


Figura 2. Avispa perteneciente a la subfamilia Polistinae (West-Eberhard 1995)

3.2.1 Biología de la familia Polistinae

Según Jeanne (1980) el comportamiento social de la subfamilia Polistinae, ha despertado gran interés, basado principalmente en la forma de iniciación de la colonia.

3.2.1.1 Fundación de la colonia

La fundación de la colonia se agrupa en tres categorías: polistinas fundadoras solitarias, donde una o varias reinas sin obreras acompañantes inician la colonia; polistinas enjambradoras, en las que una o varias reinas con muchas obreras comienzan la colonia, y las vespinae, en las que se aprecian características similares al comportamiento de *Apis mellifera* L. como el control de la colonia mediante feromonas (Jeanne 1980)

En las castas los individuos desempeñan distintas labores según su edad. La diferenciación morfológica es escasa y se manifiesta en el mayor o a veces menor tamaño de las reinas

frente a las obreras (Jeanne et al. 1995). Dentro de una colonia pueden existir una o varias hembras reproductoras; en Polistinae su dominancia depende de factores comportamentales al ser más agresivas sobre las otras y de esta manera reprimir su desarrollo ovárico; en Vespinae el sistema depende de la producción de hormonas que controlan el desarrollo ovárico de las avispas (Londolt and Akre 1979).

El ciclo colonial de los polistinidos es sincrónico en regiones templadas y las diferentes fases del desarrollo de la colonia son específicas para cada estación del año (West-Eberhard 1969). Sin embargo, las avispas sociales en las regiones de clima tropical presentan ciclos más largos y pueden, algunas veces, permanecer activas por más de un año. Además, se presentan fundaciones y abandonos en cualquier época, y en la misma población pueden coexistir colonias en diferentes estados de desarrollo, comportamiento conocido como asincrónico (Giannotti 1997).

3.2.1.2 Nidificación de Polistinae

Investigaciones realizadas por (West-Eberhard *et al.* 1995), afirman que las especies del género *Polybia* construyen sus nidos (semejantes a globos de color gris claro) en las cornisas o pestañas de las casas, o en hojas grandes de algunos cultivos y raras veces atacan a las personas. Las especies agresivas como *Agelaia areata* y *Brachygastra*, tienden a construir los nidos en lo alto de los árboles de preferencia en áreas rurales.

Existe gran diversidad estructural en los nidos de la subfamilia Polistinae ya que se encuentran desde panales simples suspendidos del sustrato por delgados pedicelos, hasta complejas estructuras con muchos conductos, panales y diversidad de soportes externos e internos. Actualmente se reconoce que la estructura de los nidos está sometida a la incidencia de dos factores: la historia evolutiva del grupo y las recientes adaptaciones a presiones de selección por depredación (Wenzel 1991).

3.2.1.3 Sustratos utilizados para construcción de nidos

Investigaciones realizadas por (da Cruz 2006; Alvarenga et al. 2010; Sinzato et al. 2011). Sostienen que entre los sustratos utilizados para la nidificación se encuentran los termiteros, rocas, hojas, ramas y troncos de árboles y arbustos, aunque existen especies sinantrópicas que pueden explotar los ecosistemas urbanos y fundan sus colonias en sustratos artificiales asociados a construcciones humanas.

3.2.1.4 Alimentación

En cuanto a la alimentación (Richards 1978), sostiene que los adultos usan como fuente de alimento el néctar de flores, que en algunas especies sociales puede incluso ser almacenado en celdas del nido; además (O'Donnell 1995) confirma que pueden recurrir a sustancias almibaradas excretadas por homópteros, o incluso toman pedazos de animales muertos.

Las larvas son alimentadas de manera masiva o progresiva con larvas de insectos (principalmente de Lepidoptera o Coleoptera), néctar y/o polen de flores (exclusivamente de éstos en el caso de Masarinae). En Eumeninae las presas son paralizadas y suavemente maceradas sin romper el exoesqueleto, mientras que en Polistinae éstas se cortan y mastican hasta formar una bola; a veces los adultos solamente entregan a sus crías el líquido extraído de la presa (West-Eberhard et al. 1995).

La investigación realizada por Santos et al. (2007) demuestra que los frutos de cactus constituyen una importante fuente de recurso alimenticio para las avispas de la sub familia Polistinae, siendo utilizados por todas las especies encontradas en la región. Entre los géneros que utilizan los frutos de cactus para alimento se mencionan *Mischocyttarus* y *Polybia*. Por otra parte García et al. (2007) menciona que algunas especies usan néctar y miel, sustancias almibadaras que proveen homópteros, además algunos géneros toman pedazos de animales en descomposición.

3.2.1.5 Enemigos naturales

En ambientes antrópicos, los humanos constituyen uno de los principales enemigos de las avispas sociales debido a la destrucción de sus nidos, que es ocasionada en parte por el desconocimiento de sus potenciales ecológicos, y por la fama de su dolorosa picadura o como una forma de diversión (Prezoto 1999).

Dentro de los enemigos naturales de las avispas se encuentran himenópteros parasitoides, polillas, murciélagos y aves (West-Eberhard *et al.* 1995) no obstante, varios estudios señalan a las hormigas de la subfamilia Ecitoninae como las principales responsables de la depredación de nidos (Jeanne 1979; Wenzel 1991).

3.2.1.6 Sistemas defensivos

Si bien el aguijón es una de las características más conocidas que usan las avispas como sistema defensivo, los nidos presentan complejos tipos de defensa contra sus principales depredadores, las hormigas; una estrategia es la fijación del nido al sustrato mediante delgadísimos pedicelos que pueden estar barnizados con una sustancia repelente contra hormigas; otra estrategia es la elaboración de una estructura muy compleja con una entrada restringida y fácilmente defendible. Muchas especies anidan en árboles ocupados por hormigas del género *Azteca* quienes brindan protección contra otras especies de hormigas, especialmente las de la subfamilia Ecitoninae, las cuales sirven de barrera contra estas eficaces depredadoras (Wenzel 1991). Otros mecanismos de defensa muy interesantes involucran el recubrimiento de la superficie del nido con lípidos de olor similar a los de la cubierta de hormigas *Azteca* (West-Eberhard *et al.* 1995).

3.2.1.7 Importancia económica y médica de Polistinae

Las avispas de la subfamilia Polistinae son importantes en los bosques y otras comunidades naturales porque mantienen bajo control las poblaciones de otros insectos. En general son depredadores de las larvas o adultos de otros insectos, de tal forma que su función es muy importante, al regular las poblaciones de insectos herbívoros, muchos de los cuales son plagas forestales o de cultivos agrícolas. Por otra parte, las avispas tanto solitarias como sociales, también contribuyen en la polinización, por lo que son importantes para la reproducción de las plantas en bosques y selvas, así como también en áreas con cultivos agrícolas. Estos insectos complementan el trabajo en la polinización que realizan otros insectos, como las abejas o las moscas, especialmente en la polinización de cultivos de aguacate y mango, entre otros (Ayala and Meléndez 2017).

Muchas especies de avispas Polistinae son depredadoras de larvas de Lepidóptera y Coleóptera, siendo consideradas como controladoras biológicas de plagas agrícolas (Bohart et al. 1982).

Muy pocas especies de Polistinae pueden representar un peligro para el hombre por lo doloroso de sus picaduras; en algunos pocos casos pueden ser mortales si las personas son alérgicas a los venenos de avispas. Algunas especies que frecuentemente anidan cerca de casas o construcciones, son agresivas en la defensa de los nidos y sus picaduras son muy dolorosas. En algunos casos es necesario remover los nidos para evitar accidentes por su picadura, más si están en áreas transitadas o cercanas a escuelas. En bosques tropicales al final de la temporada de lluvias, se recomienda precaución, ya que son frecuentes las picaduras en las personas que trabajan en el campo como resultado de los encuentros con los nidos, especialmente con especies del género *Polistes*; debido a los síntomas que causan sus picaduras (West-Eberhard *et al.* 1995, Ayala and Meléndez 2017).

El veneno de algunas especies de avispas de la subfamilia Polistinae está siendo estudiado por sus propiedades beneficiosas para uso medicinal. Cerovsky et al (2008), caracterizaron el veneno de 3 especies de avispas sociales recolectadas en República Dominicana, *Polistes*

major, *P. dorsalis* y *Mischocyttarus phthisicus*, con el objetivo de ser usado como potencial antimicrobiano contra *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, demostrando efectividad como agentes antimicrobianos.

3.2.2 Orden Hymenoptera

La subfamilia Polistinae forma parte del orden Hymenoptera, que incluye grupos conocidos como las hormigas, las avispas y las abejas (Tabla 1). Aunque existe gran variedad de formas y tamaños, todos presentan un plan morfológico estructural muy homogéneo. Se diferenciaban dos subórdenes: Symphyta caracterizados por no tener cintura entre el tórax y el abdomen y los Apocrita que presentan un estrangulamiento más o menos acusado, formando el peciolo, entre la segunda y tercera región corporal (Fernández 2015).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la subfamilia Polistinae (Fernández 2015).

Taxonomía de avispas Polistinae	
Reino	Animal
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Vespidae
Subfamilia	Polistinae

3.2.2.1 Familia Vespidae

Los Polistinidos, forma parte de la familia vespidae, que cuenta con alrededor de 314 géneros y unas 4000 especies ordenadas en 7 subfamilias: Masarinae, Euparagiinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Vespinae, Priorvespinae y Polistinae (Carpenter 1982). Se diferencian de otras familias de himenópteros porque el pronoto está extendido lateralmente hasta la tegula, por la presencia de espinas en los parameros de la genitalia masculina y porque las hembras colocan huevos en celdas vacías. La celda discal llega a ser tan larga o más que la mitad del ala en muchas especies (Figura 3).

Estudios realizados por (Van der Vecht and Carpenter 1990) mencionan que la familia Vespidae cuenta en la actualidad con unas 5000 especies, repartidas en 269 géneros y 7

subfamilias, una de ellas extinta. La familia está distribuida por todo el mundo aunque en los trópicos tiene la mayor riqueza.

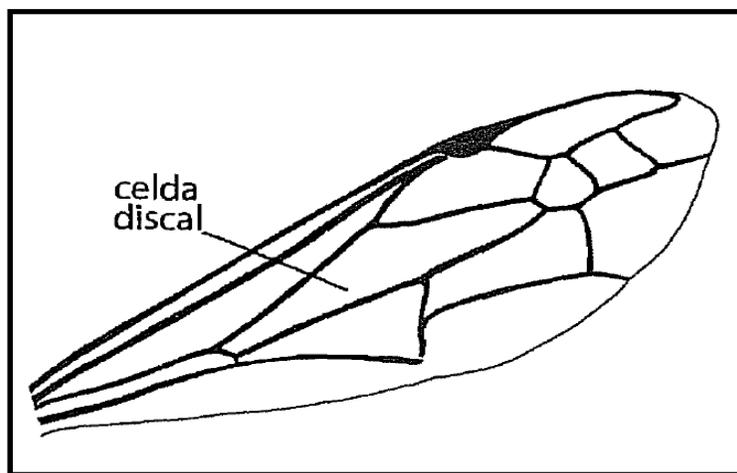


Figura 3. Celda discal alargada característica de familia Vespidae (West-Eberhard 1995)

3.3 Metodologías empleadas para el estudio de avispas Polistinae

Entre los métodos más utilizados está el uso de trampas, Sarmiento and Saravía (1998) en su investigación denominada: Avispas sociales (*vespidae: polistinae*) del suroccidente colombiano, departamento de Nariño. Utilizaron tres métodos diferentes, para la captura de las avispas: trampas Malaise dispuestas en corredores de vuelo en cada hábitat con el frasco colector hacia la zona de mayor luminosidad, trampas de mariposas Van Someren-Rydon cebadas con pescado y captura manual.

El uso de cebos es una herramienta bastante utilizada, Noll and Gomes (2009) en su estudio denominado: Un método mejorado de cebo para la recolección de himenópteros, especialmente Avispas (Vespidae: Polistinae) realizado al Noroeste de Sao Paulo Brasil. Utilizaron una bolsa de pulverización dorsal de 10 L, que contiene la solución atractiva compuesta de una solución acuosa de Azúcar cristal (sacarosa - 200 g/L) y sal (cloruro de sodio - 25 g / lt). La solución atractiva se pulverizó en un transepto de 200 M, utilizando la bolsa de pulverización en 10 puntos cada 20 m. Después de la aplicación de la solución atractiva, cada punto se observó individualmente durante cinco minutos y las avispas que visitaron estos puntos se recolectaron con red entomológica.

IV. Metodología

4.1 Descripción del área de estudio

El parque Walter Thilo Deininger está ubicado al sur de la zona central del país, en el Cantón San Diego, el cual pertenece al Municipio y Departamento de La Libertad (figura 4), sobre la costa del océano pacifico, a 35 Km de la ciudad de San Salvador y a 8.2 Km al este de la ciudad de La Libertad (FUTECMA 1994). El área tiene una extensión de 1047 manzanas (figura 5), posee la siguiente ubicación geográfica: 13°31'22" N y 89°16'01" O, con una altura aproximada sobre el nivel del mar entre 8 y 280 metros (ISTU 1976).

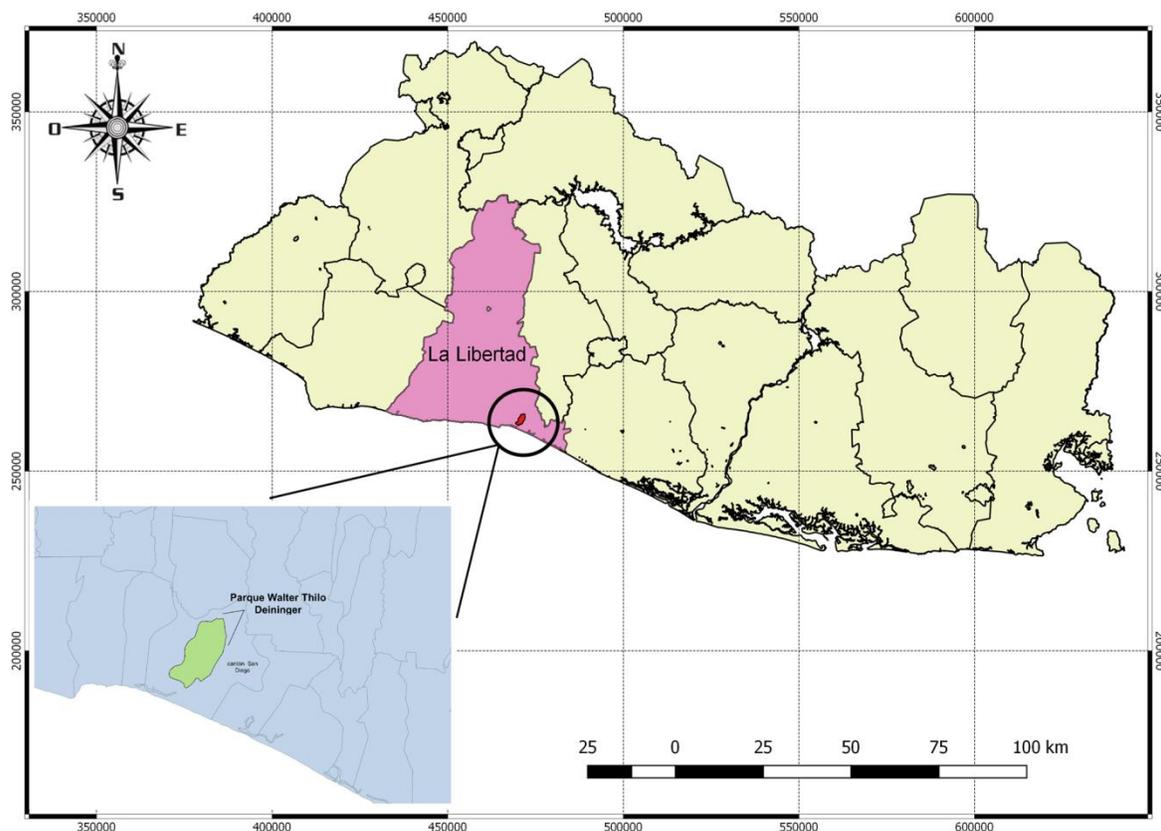


Figura 4. Ubicación del PN Deininger en el departamento de La Libertad, El Salvador (Autoría propia)

La región donde se ubica el parque nacional se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como Sabana Tropical Caliente (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (5 – 287 msnm), y considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “Bosque húmedo subtropical (con biotemperatura < 24 °C, pero con temperatura del aire, medio anuales > 24 °C) (SNET 2009)

El parque nacional Walter Thilo Deininger, presenta una época seca bien definida; durante 5 meses, entre Diciembre y Abril, muchos árboles en esta época botan sus hojas (vegetación caducifolia) como estrategia contra la desecación. Durante el mes de mayo se establece una época de transición, de seco a lluvioso, luego los otros 5 meses del año, de Junio a Octubre, se desarrolla la época lluviosa, en esta época el bosque es muy húmedo y la mayoría de la vegetación posee hojas. En el mes de Noviembre se establece otra época de transición, esta vez de lluvioso a seco. Estas épocas de transición pueden ocurrir más temprano o más tarde en distintos años (Witsberger *et al.* 1982)

4.1.2 Topografía

El área, corresponde al Gran Paisaje de Montañas Costeras, cordillera del Bálsamo (Witsberger *et al.* 1982). Es un bosque levantado de la corteza terrestre por las fuerzas orogénicas y luego fracturado por numerosas fallas y fuertemente agrietado por los procesos erosivos que tuvieron lugar durante milenios; por lo que la formación de la cadena remonta a la época del pleistoceno de la Era Terciaria, lo que le da una edad aproximada de unos dos millones de años (ISTU 1983)

Según el ISTU, el área posee una extensión de 1,047 manzanas (732 ha). La topografía es muy accidentada y presenta cañadas y barrancas de alta pendiente. El parque exhibe su mayor elevación en un lugar que los pobladores conocen como EL mango a 297 msnm, y su punto más bajo en centro interpretativo en la entrada del parque a unos de 5 msnm.

4.1.3 Hidrología

El parque se ubica dentro de la cuenca hidrográfica que comprende el Río Pululuya y el Río Comalapa. En el parque Deininger se encuentran un total de cinco quebradas y un río; las quebradas poseen agua únicamente en la época lluviosa, a excepción de la quebrada Chanseñora y del río Amayo que conservan volúmenes de agua en su parte alta durante la época seca del año (ISTU 1983)

4.1.4 Suelos

Los suelos predominantes en el área son tipo franco arcilloso, color café rojizo oscuro, llamados latosoles; también puede mencionarse a los litosoles que también son arcillosos y bastante pedregosos, ya que el área presenta muchos afloramientos rocosos (FUTECMA 1994)

4.1.5 Vegetación

La vegetación del parque Deininger es una variación geográfica denominada bosque deciduo latifoliado, el cual se caracteriza porque la mayoría de los árboles pierden sus hojas simultáneamente en la época seca de cada año. Hay especies siempre verdes en el sotobosque, por ejemplo pequeños árboles de los géneros *Eugenia* y *Clusia*, así como varias especies suculentas. En toda el área, el piso de herbáceas está generalmente dominado por gramínoideas. Muchas especies útiles dentro de este tipo de bosques ahora están consideradas amenazadas como: el "laurel negro" *Cordia gerascanthum*, "cristobal" *Platymiscium parviflorum*, "tempisque" *Syderoxylon capiri*, "caoba" *Swietenia humilis*, "lignum vitae" *Guaiacum sanctum*, "granadilla" *Dalbergia retusa*, "ronrón" *Astronium graveolens*, "guachipelín blanco" *Myrospermum frutescens*, "brazilwood" *Haematoxylon brasiletto*, "cedro" *Cedrela odorata* y "cedro macho" *Bombacopsis quinatum* (Programa REDD-CCAD-GIZ 2011).

4.1.6 Ecosistemas presentes en el PN Deininger

El Bosque Deciduo Latifoliado, según la REDD-CCAD-GIZ (2011) da origen a dos tipos de ecosistemas, el bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas y bosque tropical semideciduo latifoliado que se describen a continuación:

4.1.6.1 Bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas

Las especies vegetales pueden alcanzar 15 metros o un poco más desarrollándose en climas cálidos subhúmedos, donde la mayor parte de individuos (75-100%) botan sus hojas en época seca. Los árboles dominantes por lo común son inermes (sin espinas). Se distribuyen sobre laderas de cercos con suelos de buen drenaje. Las especies de plantas dominantes y de amplia distribución son el “tecomasuche” *Cochlospermum vitifolium*, “jiote” *Bursera simaruba*, “bonete” *Luehea candida*, “caulote” *Guazuma ulmifolia* y *Plumeria acutifolia*.

4.1.6.2 Bosque tropical semideciduo latifoliado

Comunidad vegetal de clima cálido subhúmedo, donde del 40-75% de árboles altos pierden su follaje en época seca. Las especies de plantas dominantes son; el “amate” *Ficus glabrata*, “chilamate” *Ficus ovalis*, “pacun” *Sapindus saponaria* y “conacaste” *Enterolobium cyclocarpum*.

4.1.6.3 Bosque ribereño

Dentro del PN Deininger, debido a la presencia del río Amayo y quebradas, siendo la Chanseñora la más importante por mantener agua durante todo el año, se da origen a otro ecosistema, el Ribereño, caracterizado por la vegetación que se encuentra a la orilla de los ríos, formado por ejemplares de árboles de hasta 30 metros de altura, estos son generalmente verdes, no botan follaje en época seca. Algunas especies comunes son; el “amate” *Ficus glabrata*, “pepeto” *Inga vera*, “volador” *Terminalia oblonga* y “conacaste negro” *Enterolobium cyclocarpum*.

4.2 Fases de la investigación

La investigación se llevó a cabo en dos fases, en condiciones de campo y laboratorio.

4.2.1 Metodología de la fase de campo

La fase de campo se realizó en 3 ecosistemas del Parque Walter Thilo Deininger, los cuales presentan condiciones diferentes, siendo un factor para comprobar la preferencia de las especies de avispas Polistinae en cada uno de ellos; Bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas (Caducifolio), Bosque tropical semideciduo latifoliado (Perennifolio) y en Bosque ribereño (figura 6).

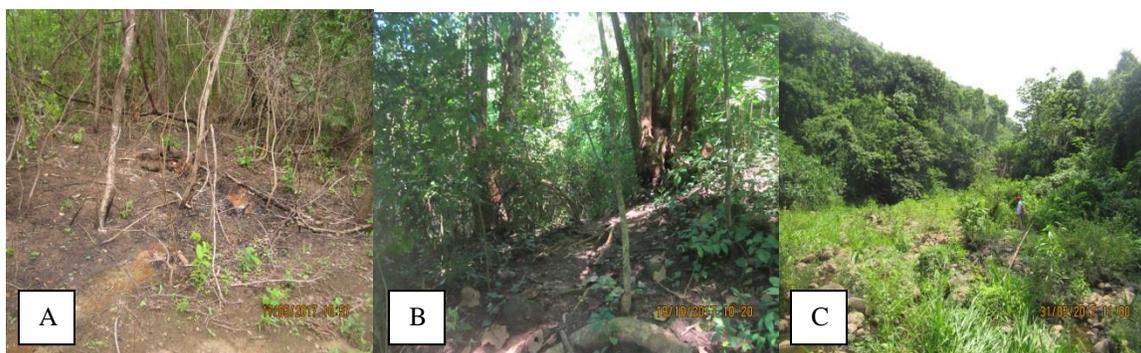


Figura 6. Ecosistemas, A: Bosque Caducifolio, B: Bosque Perennifolio y C: Bosque Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

La fase de campo se realizó entre los meses de mayo y octubre de 2017, abarcando los tres ecosistemas del Parque Walter Thilo Deininger. Cada mes durante 3 días se ejecutó un muestreo, un día por ecosistema (Bosque tropical deciduo latifoliado de tierras bajas, bosque tropical semideciduo latifoliado y bosque ribereño), iniciando a muestrear a las 8 horas y terminando a las 16 horas.

4.2.1.1 Rutas de recolecta

Los senderos elegidos en cada muestreo se establecieron siguiendo el mapa del PN Deininger, además de la asesoría de los guardarrecurso. Cada sendero recorre y cruza por

los dos o tres ecosistemas del parque, para identificar el cambio de ecosistema entre sendero se identificó el tipo de vegetación característica y la cantidad de follaje en los árboles. Se recorrió una cantidad igual de tiempo en senderos por cada ecosistema, cada sendero fue georreferenciado con un sistema de posicionamiento global (GPS) para ubicarlo en un mapa cartográfico.

4.2.1.2 Características de los senderos del PN Walter Thilo Deininger

Se seleccionaron 8 senderos de muestreo, con el fin de recorrer los ecosistemas del PN Deininger, a continuación se describe aspectos básicos de cada ruta, teniendo en cuenta que dichas características han sido descritas para este trabajo de investigación en la fecha correspondiente a los muestreos.

Sendero río Amayo: Este sendero tiene una longitud aproximada de 6 kilómetros, se caracteriza por tener una vegetación siempre verde Ribereña, que mantiene follaje todo el año, además por la presencia de árboles de gran envergadura, con especies características como conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), volador (*Terminalia oblonga*), palo de hule (*Ficus elástica*), pepeto (*Inga vera*), los cuales alcanzan más de 20 metros de altura, otra característica es que se encuentran una gran variedad de plantas epifitas.

Sendero Chanseñora: Posee una longitud aproximada de 5 kilómetros, se caracteriza por tener vegetación siempre verde Ribereña, respecto a la vegetación podemos mencionar que se encuentran arboles robustos de gran envergadura, por ejemplo, conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), jocote jobo (*Spondias purpurea*), amate (*Ficus glabrata*), almendro de río (*Andira inermis*), volador (*Terminalia oblonga*), además es muy característico encontrar platanillo (*Heliconia latispatha*) en gran cantidad.

Sendero la Nancera o El Coyolar: Este sendero es el más largo del parque, ya que aproximadamente tiene una longitud de 7 kilómetros, de los cuales alrededor de medio kilómetro es bosque perennifolio, donde se observa una gran diversidad de especies arbóreas, algunas de gran altura, como conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), y la demás

extensión que recorre este sendero es de bosque caducifolio, donde los árboles son de mediana altura, entre los cuales podemos mencionar, Nance (*Byrsonima crassifolia*), laurel (*Cordia alliodora*), jiote (*Bursera simaruba*), flor de mayo (*Plumeria rubra*). Debido al efecto antropogénico, cada año es frecuente en este sendero que se den incendios que ocasionan daños a la fauna y flora.

Sendero Madre Cacao: Con aproximadamente 3 kilómetros de longitud, alrededor de medio kilómetros le pertenecen al bosque perennifolio con árboles de gran altura, como ejemplo volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), entre otros, el resto del sendero tiene vegetación caducifolia, se caracteriza por tener gran cantidad árboles de madre cacao (*Gliricidia sepium*), además otras especies como caulote (*Guazuma ulmifolia*), laurel (*Cordia alliodora*), tambor (*Ochroma pyramidale*), San Andrés (*Tecoma stans*). Este sendero también es afectado por incendios ya que está próximo a un asentamiento humano, posee pendiente pronunciada y además afloraciones rocosas.

Sendero El Zancudo: Su longitud aproximada es de 3 km, comenzando en las riberas del río Amayo, posee una vegetación perennifolia y árboles de gran altura como, amate (*Ficus glabrata*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), volador (*Terminalia oblonga*). Luego se extiende por el bosque caducifolio, donde podemos encontrar árboles de madre cacao (*Gliricidia sepium*), laurel (*Cordia alliodora*), papaturro (*Coccoloba caracasana*), izcanal (*Acacia cornígera*), jiote (*Bursera simaruba*). Este sendero limita con la hacienda Tepegua.

Sendero la Partidora: Este sendero tiene una longitud aproximada de 2 kilómetros y su nombre se debe a que este conecta los senderos río Amayo, La Nancera o Coyolar y Chanseñora, dicho sendero posee en su comienzo vegetación perennifolia tanto del lado del río Amayo como en el de la Chanseñora, para después adentrarse en el bosque caducifolio que cruza el sendero principal conocido como La Nancera o Coyolar.

Casco: Se caracteriza por poseer vegetación perennifolia, además el río Amayo y la quebrada Chanseñora lo atraviesan, posee árboles robustos y de gran altura entre los que podemos mencionar, ceiba (*Ceiba pentandra*), volador (*Terminalia oblonga*), mango

(*Mangifera indica*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Además existen construcciones humanas las cuales son utilizadas por las avispas para suspender sus nidos, además se encuentra una gran cantidad de vara de bambú (*Phyllostachys edulis*).

Agro ecosistema: Este se ubica a un costado del casco y colinda con un asentamiento humano, su tamaño es aproximadamente media manzana, está formado por un monocultivo de plátano (*Musa sp*), no se encuentran otras especies vegetales en el lugar.

4.2.1.3 Métodos de recolecta de muestras

Para obtener los especímenes se utilizó el método de recolecta directa, donde se buscó de manera activa a los organismos en su ambiente, teniendo en cuenta su información biológica, su distribución geográfica, ocurrencia estacional y hábitos alimenticios. En cada sendero recorrido, mediante observación directa se identificaron y recolectaron especímenes de panales de avispas Polistinae, y se tomó datos generales (hospedador, coordenadas geográficas, altura sobre el nivel del mar, altura de panal, código de fotografía y algunas observaciones relevantes en cuanto a la ecología de los organismos).

Para la captura de las avispas Polistinae, se utilizó el método utilizado por Miranda (2015), el cual consiste en varas largas de bambú de diversos tamaños dependiendo la altura en que se encuentren los panales en los árboles, con papel matamoscas para especímenes de avispas pequeñas y trampa de goma adhesiva para atrapar ratones marca Ramik glue traps® (figura 7) para especímenes más grandes y agresivos, además se usó un sombrero con velo para el rostro y guantes, capturando una cantidad de entre 2 y 25 especímenes por panal, dependiendo de la especie y se realizó un registro fotográfico de cada panal.

El material recolectado se colocó en frascos plásticos transparentes conteniendo alcohol etílico al 70%, previamente etiquetado con los datos de muestreo de campo: fecha, código de lugar de recolección, Ruta (Rn), Tipo de ecosistema (E), número de muestra, coordenadas geográficas y recolector (figura 7). Finalmente, se trasladaron al laboratorio de

Insectos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas para la identificación y montaje en cajas entomológicas conteniendo naftalina sólida (Miranda 2015).



Figura 7. Recolecta de avispas con trampa de pegamento adherido a vara de bambú durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

4.2.2 Metodología de la fase de laboratorio

La fase de laboratorio se realizó en el laboratorio de Insectos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Para la identificación de los especímenes recolectados se utilizaron las claves taxonómicas de avispas Polistinae de Carpenter (2006) y Valverde (2010), además de un microscopio estereoscopio para observar los especímenes, y la ayuda del asesor con conocimiento en taxonomía del referido grupo (figura 8).



Figura 8. Identificación de especímenes de avispas Polistinae recolectadas en el PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Posterior a la identificación, se elaboró una guía con las fotografías de los panales y la respectiva especie de avispa, con una descripción de cada una, con el fin de facilitar un

material al parque para uso de los guardarrecurso, turistas interesados y posteriores estudios en el área con interés en la subfamilia Polistinae. Las avispas recolectadas e identificadas se montaron en una caja entomológica, con el propósito de dejar un registro más tangible para estudios posteriores, educación ambiental y de interés en general.

4.3 Técnicas de análisis

Para el análisis de datos de las colonias de avispas Polistinae (panales) se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, para lo cual se tabularon y graficaron en hojas de cálculo de Excel, se analizaron con el programa R versión 3.44 con el paquete Knitr, y el programa Past versión 3.2.

4.3.1 Riqueza y diversidad

Para el cálculo de la riqueza y diversidad, se utilizó la serie de números de diversidad de Hill (Diversidad alfa), para esto se utilizó el paquete estadístico Knitr, del programa R. la diversidad de Hill es usada actualmente como sustituto a los índices más comúnmente utilizados, debido a que sus unidades están basadas en el número de especies efectivas.

4.3.1.1 Diversidad de Hill

Diversidad de orden 0 (0D) o número de especies (riqueza), orden 1 (1D), que es el exponencial de la entropía del índice de Shannon, y orden 2 (2D), que es el inverso índice de Simpson.

Estos números de diversidad, cuyas unidades son números de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies. N_0 es el ‘número de especies’ de la muestra; N_1 es el ‘número de las especies abundantes’ y N_2 es el ‘número de las especies muy abundantes’ en la muestra. Es decir que el número efectivo de

especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia $N_0 > N_1 > N_2$ (Moreno 2011).

4.3.2 Abundancia y Distribución

Con respecto a la abundancia se procedió a determinar la cantidad de especies de avispas Polistinae a lo largo de los muestreos. Para la valoración de los datos se obtuvo la Frecuencia Absoluta (F.A) y la Frecuencia Relativa (F.R) mediante una hoja de cálculo Excel.

Para analizar la distribución de las avispas Polistinae se utilizó una tabla de ausencia y presencia en los ecosistemas del PN Deininger, y un gráfico donde se muestra la frecuencia de cada especie en los ecosistemas.

4.3.4 Similitud entre ecosistemas

Para analizar la similitud se utilizó estadísticas multivariada, donde se empleó un análisis de conglomerados con base en el coeficiente de similitud de Jaccard de la diversidad beta, y también se calculó la prueba de Shapiro-Wilk para conocer la normalidad de los datos y según su resultado, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, para conocer diferencias entre ecosistemas.

4.3.4.1 Prueba de Shapiro-Wilk.

La finalidad de esta prueba es determinar si los datos correspondientes a las variables en estudio presentan una distribución normal, y de esta manera evaluar su idoneidad para ser sometido a pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas de acuerdo a dicha distribución (normal, no normal) (Shapiro-Wilk 1965).

Dónde: **n**: número total de observaciones, **SD**: desviación estándar, **x_(i)**: muestras ordenadas de menor a mayor, **x_(n-1+1)**: muestras ordenadas de mayor a menor, **k**: número entero mayor o menor o igual a n/2 y **a_{n-1+1}**: coeficiente para n observado.

$$W = \left[\frac{\sum_{i=1}^k a_{n-i+1} (x_{(n-1+1)} - x_{(i)})}{SD\sqrt{n-1}} \right]^2$$

4.3.4.2 Kruskal wallis

Se basa en rangos en lugar de los parámetros de la muestra (media y varianza). Establece que existen diferencias entre las medianas (M) de los grupos considerados, es decir, que al menos dos de las medianas serán distintas.

Dónde: **k**: número de grupos, **N**: número total de datos y **n_i**: número de datos en el grupo i

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

4.3.4.3 Análisis de conglomerados (Cluster)

Procedimiento estadístico multivariante que comienza con un conjunto de datos conteniendo información sobre una muestra de entidades e intenta reorganizarlas en grupos relativamente homogéneos. La idea es construir una matriz de distancias o similitudes entre variables y aplicar a esta matriz un algoritmo jerárquico de clasificación (Peña 2002). La medida utilizada para medir la similitud entre los ecosistemas fue el índice de similitud de Jaccard.

V. Resultados

El muestreo se realizó durante 24 días, en un período de 6 meses, de mayo a octubre del 2017. En este período se recolectaron muestras de avispas de la subfamilia Polistinae de 177 enjambres, los cuales fueron georeferenciados, cada panal recolectado se muestra en el mapa cartográfico del PN Deininger (figura 9).

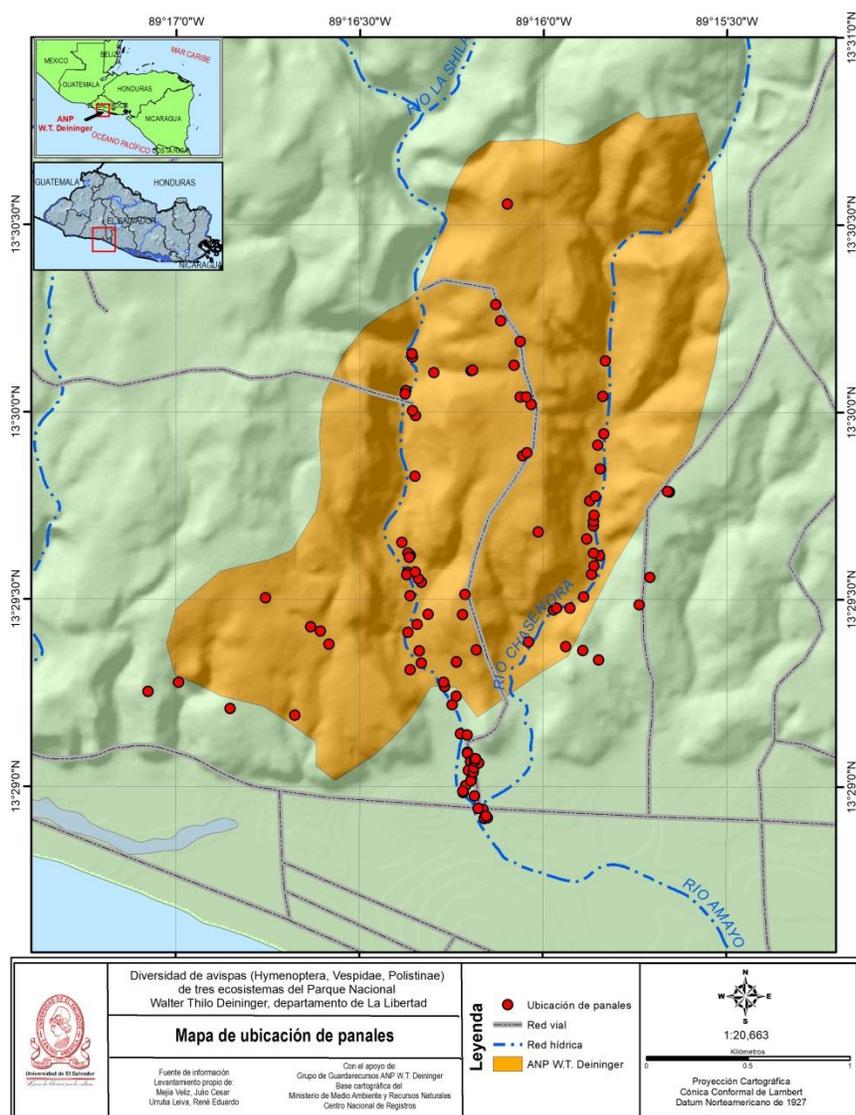


Figura 9. Ubicación geográfica de los panales recolectados en el PN Deininger en el departamento de La Libertad, El Salvador. Mayo-octubre 2017. (Autoría propia)

5.1 Identificación de especímenes

En esta investigación se recolectó una muestra de entre 2 y 25 individuos de 177 enjambres de avispas de la subfamilia Polistinae, los cuales se procesaron en el laboratorio de entomología de la facultad de Agronomía.

Tabla 2. Ubicación taxonómica de las avispas de la subfamilia Polistinae encontradas en los 3 ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Familia	Subfamilia	Tribu	Género	Especie
Vespidae	Polistinae	Epiponini	<i>Agelaia</i>	<i>areata</i>
				<i>centralis</i>
				<i>panamensis</i>
				<i>xantophus</i>
				<i>yepocapa</i>
			<i>Metapolybia</i>	<i>azteca</i>
			<i>Polybia</i>	<i>belemensis</i>
				<i>barbouri</i>
				<i>occidentalis</i>
			<i>Sinoeca</i>	<i>septentrionalis</i>
		Myschocyttarini	<i>Mischocyttarus</i>	<i>pallidipectus</i>
				<i>tolensis</i>
		Polistini	<i>Polistes</i>	<i>carnifex</i>
				<i>instabilis</i>

En esta investigación se determinaron seis géneros, cuatro pertenecientes a la tribu Epiponini, uno a la tribu Myschocyttarini y uno a la tribu Polistini (tabla 2).

Además se identificaron 14 especies pertenecientes a los seis géneros, siendo *Agelaia* el género más diverso con cinco especies, seguido por *Polybia* con tres especies, *Mischocyttarus* y *Polistes* con dos especies cada uno y *Metapolybia* y *Sinoeca* con una especie cada uno.

5.2 Análisis de datos

5.2.1 Riqueza y diversidad de avispas Polistinae

Se evalúa la diversidad de especies verdaderas con base en la riqueza de especies y el número de especies efectivas de las comunidades mediante los números de Hill.

Se obtuvieron los índices de diversidad en términos de números equivalentes, diversidad de orden 0 (0D) o riqueza de especies, orden 1 (1D), que es el exponencial de la entropía del índice de Shannon, y orden 2 (2D), que es el inverso índice de Simpson.

Diversidad Alfa de orden 0 (Riqueza)

De las 14 especies reportadas para el PN Deininger, la riqueza de especies se distribuyó en los ecosistemas de la siguiente manera; para el bosque Perennifolio se registraron 11 especies y para el bosque Caducifolio y Ribereño se obtuvieron 9 especies en cada uno (figura 10).

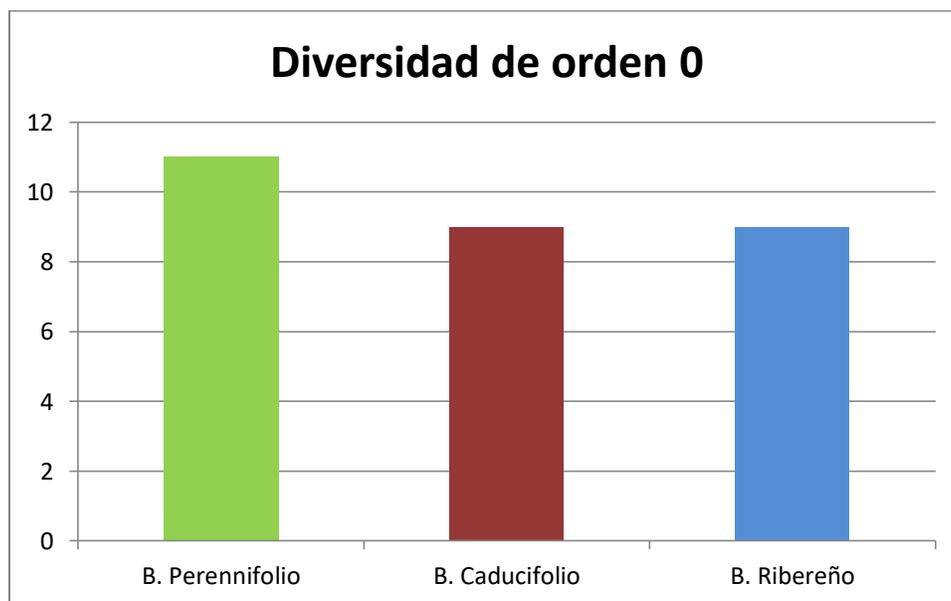


Figura 10. Diversidad alfa de orden 0 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

La riqueza de especies entre los ecosistemas no varió significativamente, el bosque perennifolio registra los valores más altos de riqueza de especies, 1.22 veces más alta que el bosque Caducifolio y el Ribereño.

Diversidad Alfa de orden 1 (exponencial de la entropía del índice de Shannon)

La diversidad de especies efectivas (1D) para el ecosistema de bosque Perennifolio es de 5.07, para el bosque Caducifolio de 5.33 y para el Ribereño 4.89 (figura 11).

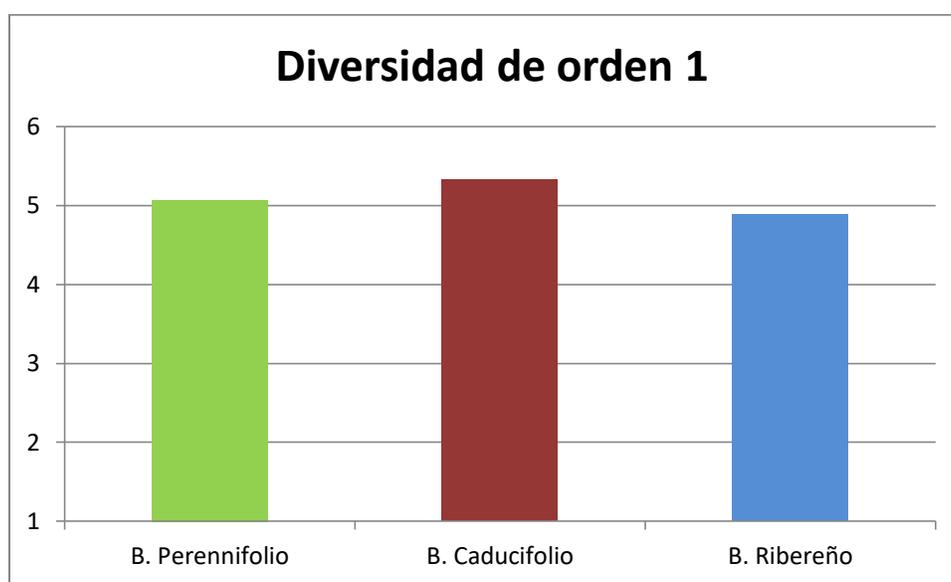


Figura 11. Diversidad alfa de orden 1 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Al incluir todas las especies y su abundancia relativa, no se encontró diferencias significativas en la medida de diversidad (1D), el bosque Caducifolio presentó una diversidad un poco mayor, incluso teniendo una mayor riqueza el ecosistema Perennifolio. El bosque ribereño fue el menos diverso, incluso al presentar la misma riqueza que el bosque Caducifolio.

Diversidad Alfa de orden 2 (inverso índice de Simpson)

La diversidad de especies efectivas (2D) para el ecosistema de bosque Perennifolio es de 3.23, para el bosque Caducifolio de 4.16 y para el Ribereño 3.53 (figura 12).

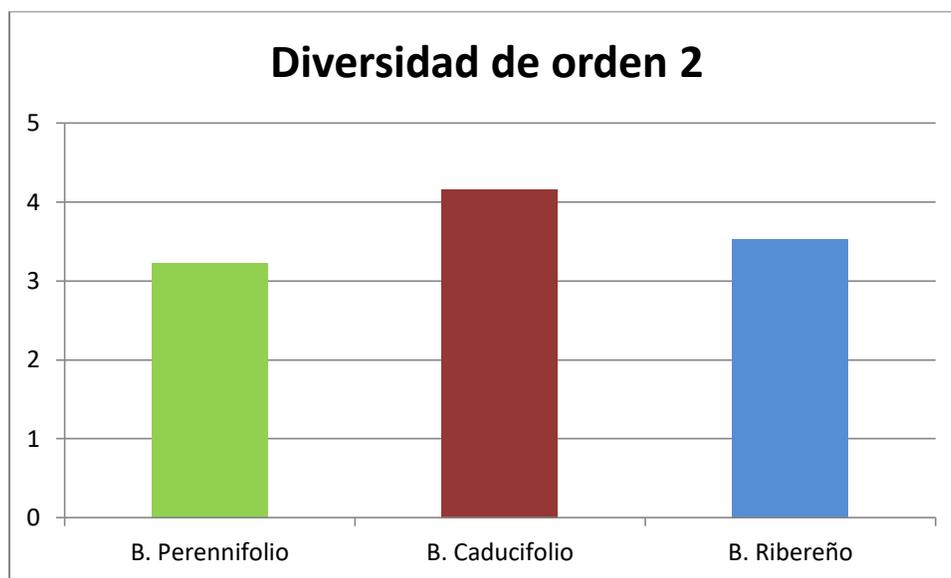


Figura 12. Diversidad alfa de orden 2 para las comunidades de avispas Polistinae estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

En la diversidad de orden 2 (2D), el bosque Caducifolio presentó claramente una mayor diversidad que los otros dos ecosistemas, seguido por el Ribereño, y el ecosistema Perennifolio a pesar que presentó la mayor riqueza de especies resulto con la menor diversidad de orden 2.

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies (figura 13) muestra que la diversidad de especies se comporta igual para los ecosistemas Caducifolio y Ribereño y estima una riqueza de 11 especies para ambos, muy cercano a la riqueza observada de 9 especies. Para el bosque Perennifolio se observa un contraste entre la riqueza observada de 11 especies con la estimada, la cual se estabiliza hasta alcanzar la cantidad de 20 especies.

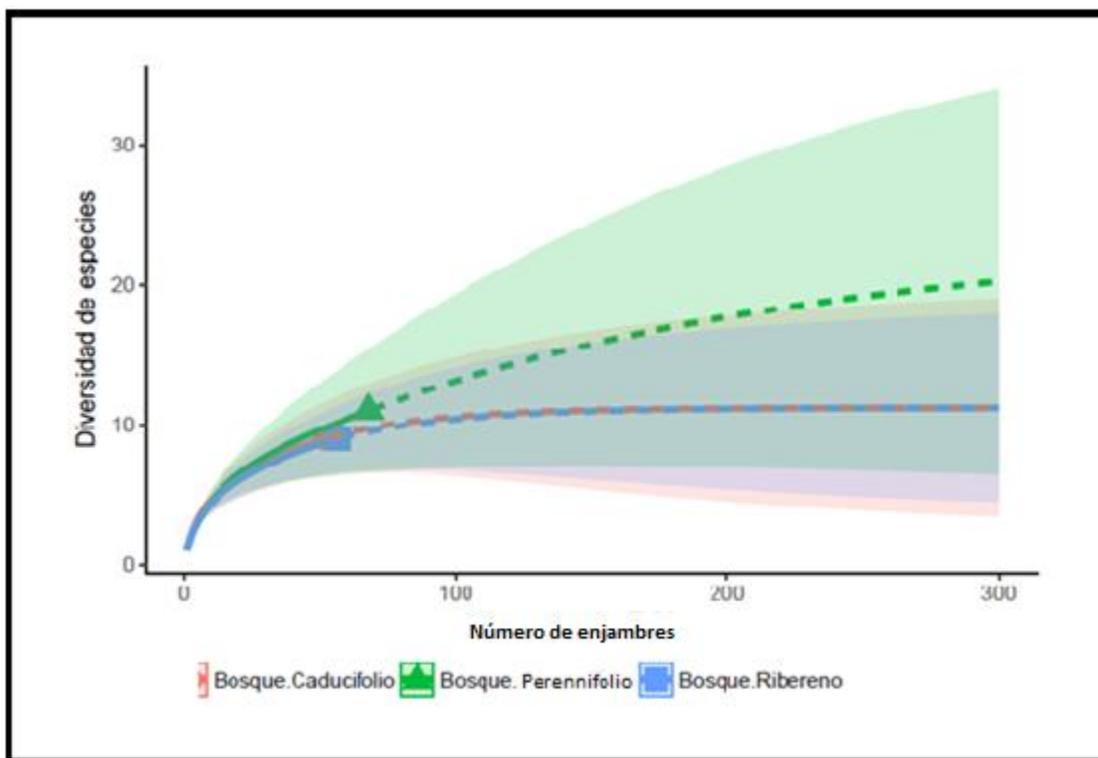


Figura 13. Curva de acumulación de especies en los ecosistemas Caducifolio, Perennifolio y Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

En la curva de acumulación de especies se observa que con una cantidad menor de muestras se podría haber alcanzado resultados similares a los obtenidos con los 177 panales muestreados, y recolectando 300 muestras se hubiera alcanzado la riqueza total del ecosistema Perennifolio (figura 13).

Curva de cobertura de la muestra

La curva de cobertura de la muestra (figura 14), sirve para validar la efectividad del muestreo, al decirnos que tan representativa es la muestra obtenida. De la muestra se obtuvieron 14 especies distribuidas en los tres ecosistemas, al ser extrapolada y analizar el comportamiento vemos que su número se empieza a estabilizar al alcanzar un 80% de la Cobertura de la muestra en los tres ecosistemas.

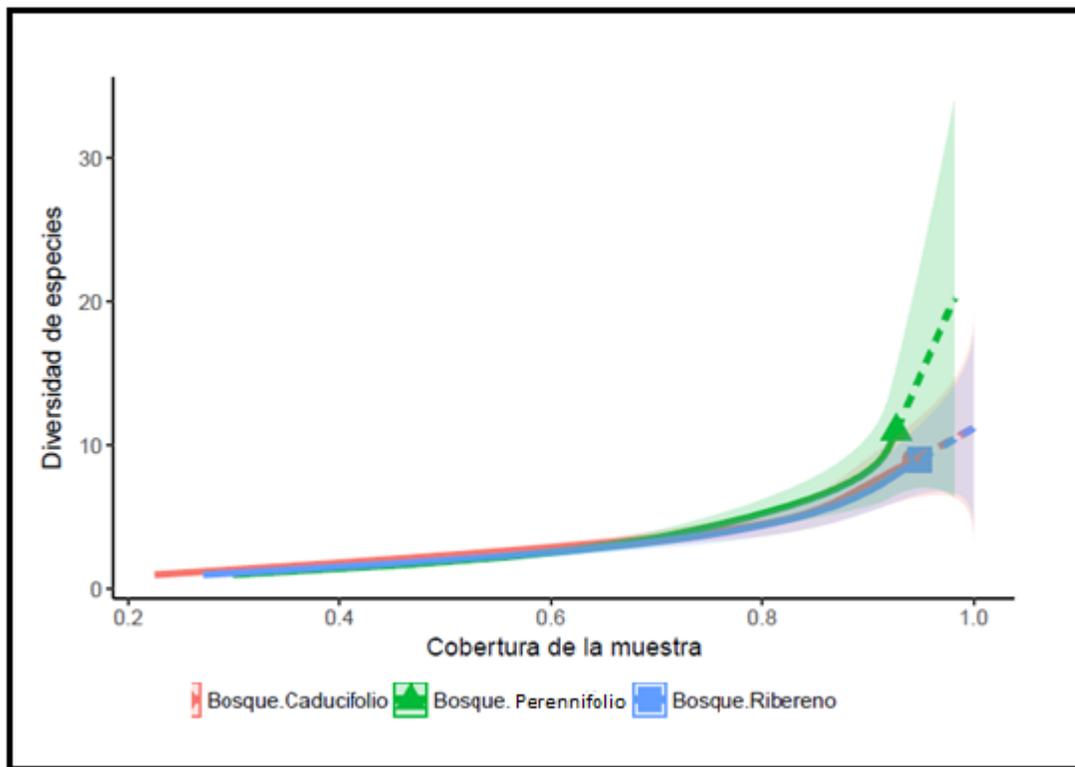


Figura 14. Curva de cobertura de la muestra de los ecosistemas Caducifolio, Perennifolio y Ribereño estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Al analizar el comportamiento de las curvas de cada ecosistema, se observa que la cobertura del bosque Caducifolio es igual a la del bosque Ribereño, por el contrario la cobertura del bosque Perennifolio difiere de ambas, siendo menor que las anteriores.

5.2.2 Abundancia de avispas Polistinae

La tabla 3 muestra la Frecuencia Absoluta (F.A) y Frecuencia Relativa (F.R) de las especies de avispas Polistinae recolectadas en los tres ecosistemas del PN Deininger.

Tabla 3. Frecuencia relativa de Polistinae estudiados durante el muestreo en los ecosistemas del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Ecosistemas/Especies	B. Caducifolio		B. Perennifolio		B. Ribereño		Total
	F.A	F.R	F.A	F.R	F.A	F.R	
<i>Agelaia areata</i>	1	1.92	4	5.88	0	0.00	5
<i>Agelaia centralis</i>	3	5.77	0	0.00	1	1.75	4
<i>Agelaia panamensis</i>	0	0.00	0	0.00	2	3.51	2
<i>Agelaia xantophus</i>	0	0.00	5	7.35	0	0.00	5
<i>Agelaia yepocapa</i>	1	1.92	0	0.00	0	0.00	1
<i>Metapolybia azteca</i>	1	1.92	1	1.47	1	1.75	3
<i>Mischocyttarus pallidipectus</i>	2	3.85	1	1.47	2	3.51	5
<i>Mischocyttarus tolensis</i>	9	17.31	2	2.94	1	1.75	12
<i>Polistes carnifex</i>	0	0.00	1	1.47	4	7.02	5
<i>Polistes instabilis</i>	15	28.85	11	16.18	13	22.81	39
<i>Polybia belemensis</i>	0	0.00	1	1.47	0	0.00	1
<i>Polybia barbouri</i>	2	3.85	6	8.82	7	12.28	15
<i>Polybia occidentalis</i>	18	34.62	35	51.47	26	45.61	79
<i>Sinoeca septentrionalis</i>	0	0.00	1	1.47	0	0.00	1
Total general	52	100	68	100	57	100	177

Para el bosque Caducifolio se observa en las Frecuencias Relativas de cada especie, que dos especies (*Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis*) representan el 63% de todos los individuos recolectados, mientras que las otras especies representan un 37% (tabla 3).

En las Abundancias Relativas para el bosque Perennifolio, sobresalen 2 especies (*Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis*) representan el 67% de todos los individuos recolectados, mientras que las otras 9 especies representan un 33%. Cabe destacar que solo *P. occidentalis* representa la mitad de todas las especies para ese ecosistema (tabla 3).

Se observa en las Frecuencias Relativas de cada especie del bosque Ribereño, que dos especies (*Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis*) representan el 68% de todos los individuos recolectados, mientras que las otras 7 especies representan un 33% (tabla 3).

5.2.3 Distribución de avispas Polistinae

De las especies de avispas Polistinae recolectadas, seis (*Metapolybia azteca*, *Polybia barbouri*, *P. occidentalis*, *Mischocyttarus pallidipectus*, *M. tolensis* y *Polistes instabilis*) estuvieron presentes en todos los ecosistemas, tres (*Agelaia areata*, *A. centralis* y *Polistes carnifex*) ocurrieron solo en dos ecosistemas y cinco especies (*Agelaia panamensis*, *A. xantophus*, *A. yepocapa*, *Polybia belemensis* y *Sinoeca septentrionalis*) solo se distribuyeron en un ecosistema (tabla 4).

Tabla 4. Distribución de Polistínidos estudiados durante el muestreo en los ecosistemas del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

N°	Especie	Sitios de muestreo		
		B. Perennifolio	B. Caducifolio	B. Ribereño
1	<i>Agelaia areata</i>	X	X	
2	<i>Agelaia centralis</i>		X	X
3	<i>Agelaia panamensis</i>			X
4	<i>Agelaia xantophus</i>	X		
5	<i>Agelaia yepocapa</i>		X	
6	<i>Metapolybia azteca</i>	X	X	X
7	<i>Polybia belemensis</i>	X		
8	<i>Polybia barbouri</i>	X	X	X
9	<i>Polybia occidentalis</i>	X	X	X
10	<i>Sinoeca septentrionalis</i>	X		
11	<i>Mischocyttarus pallidipectus</i>	X	X	X
12	<i>Mischocyttarus tolensis</i>	X	X	X
13	<i>Polistes carnifex</i>	X		X
14	<i>Polistes instabilis</i>	X	X	X

El ecosistema Perennifolio presentó una mayor ocurrencia de especies con bajas abundancias (*Agelaia xantophus*, *Polybia belemensis* y *Sinoeca septentrionalis*) que los demás ecosistemas en cuanto a distribución, el triple que el bosque Caducifolio y el

Ribereño con una especie cada uno (*Agelaia yepocapa* y *A. panamensis*) respectivamente (tabla 4).

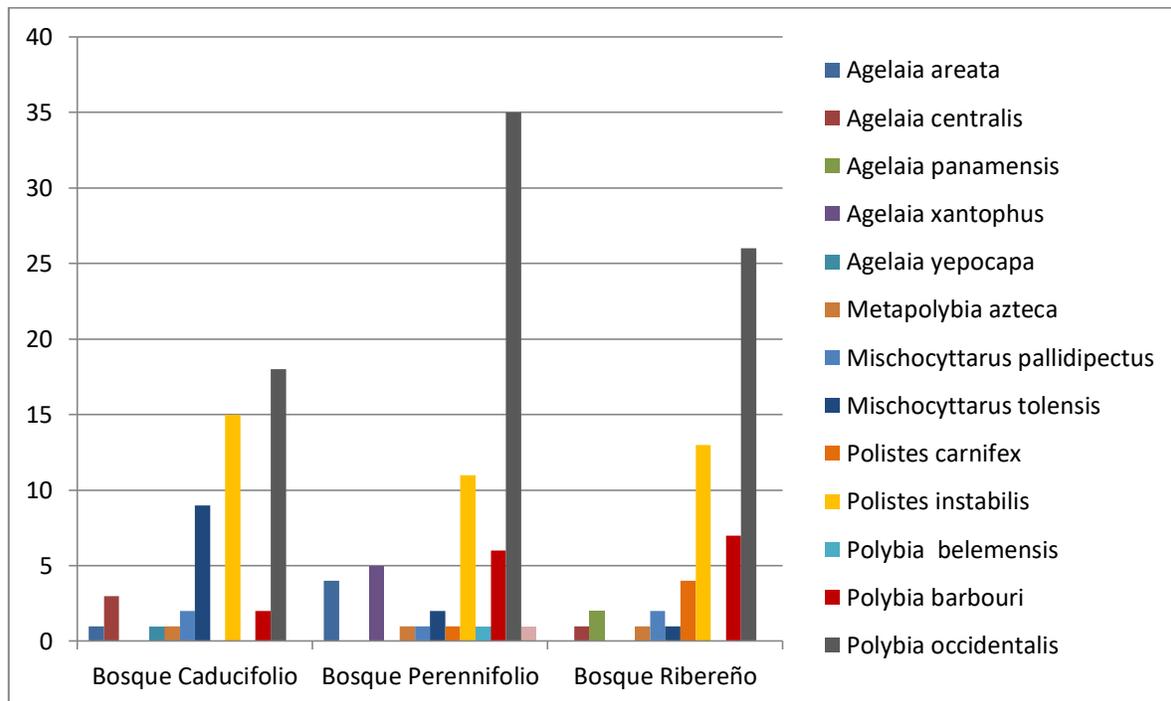


Figura 15. Distribución de polistínidos en los ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

En cuanto a la relación abundancia-distribución, se observó que la especie *Polybia occidentalis*, además de estar distribuida en los 3 ecosistemas presenta la mayor abundancia en cada uno, por lo que se le puede clasificar como una especie generalista, al igual que *Polistes Instabilis* (figura 15), las demás especies que se encontraron en los tres ecosistemas presentaron abundancias bajas. En cuando a las especies distribuidas en un solo ecosistema con abundancia relativa bajas, podríamos denominarlas como especialistas.

5.2.4 Análisis de similitud entre ecosistemas

Se calculó la prueba de Shapiro-Wilks para conocer la distribución de los datos, y debido a que el valor de -P obtenido resultó 0.00000219182, menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que los datos obtenidos del muestreo de avispas Polistinae del PN Deininger provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Análisis de conglomerados

En la figura 16 se observa la similitud de manera cualitativa de la composición de especies de avispas Polistinae a lo largo de los 3 ecosistemas muestreados del PN Deininger, utilizando el coeficiente de Similitud de Jaccard.

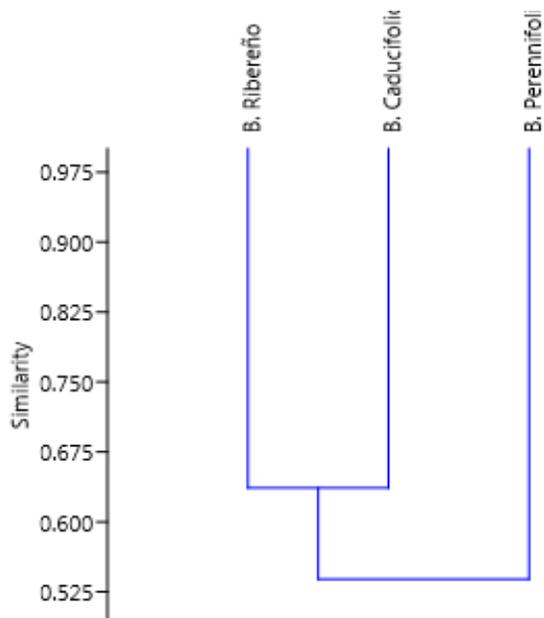


Figura 16. Análisis de conglomerados de los 3 ecosistemas estudiados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Los ecosistemas que presentaron una mayor similitud con respecto a la composición de especies fueron el bosque Ribereño y el bosque Caducifolio, con un valor 65%. Ambos presentaron una similitud menor con el bosque Perennifolio, con un valor de 53%.

La similitud de la composición de especies de avispas Polistinae de los 3 ecosistemas muestreados es media (figura 16), no muestra una diferencia significativa entre ecosistemas, el bosque Perennifolio difiere en 12% a los ecosistemas de bosque Ribereño y Caducifolio, los cuales presentan una composición similar.

Kruskal Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis dio un valor de $-P= 0.880651$, puesto que es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de los ecosistemas con un nivel del 95.0% de confianza.

5.3 Descripción de las especies de avispas Polistinae recolectadas

Tribu Epiponini

A) *Agelaia areata* (Say).

Esta especie de tamaño pequeño, de coloración amarilla con franjas negras en el abdomen (figura 17-A), fue localizada en dos ecosistemas del parque Deininger, en el bosque Caducifolio y en el Perennifolio. West-Eberhard et al. (1995) describe a estas avispas como una especie agresiva y esto se constató al recolectar especímenes de los panales. Utilizan árboles de gran envergadura y altura como hospederos, siendo *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simaruba* y *Castilla elástica* los más comunes. O' Donnell (1995) menciona que esta especie forma parte de las avispas necrófagas, ya que se ha observado en cadáveres de animales, cortando trocitos de carne y transportándolas al panal.

Sus nidos son peciolados, con celdas protegidas y pequeños, encontrándose desde 2 individuos hasta panales circulares de gran envergadura con una gran cantidad. Alcanzan un diámetro de 50 centímetros y un largo aproximado de 60 centímetros (figura 17-B).

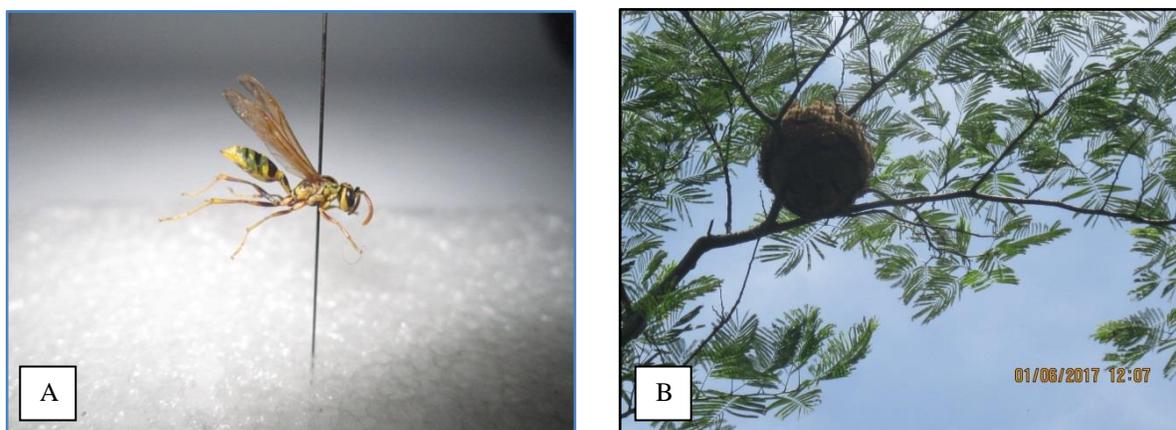


Figura 17: A) Individuo adulto de *Agelaia areata*, B) Morfología del panal de *A. areata* (autoría propia).

B) *Agelaia centralis* (Cameron)

Esta especie es de mayor tamaño que *A. areata*, presenta una coloración amarilla con franjas negras o cafés (figura 18-A), se encontró en dos ecosistemas del parque, en el bosque Ribereño y en el Caducifolio, la mayor cantidad de panales fue localizado en el bosque Caducifolio encontrando 3 enjambres, se constató que esa especie no es agresiva y que al acercarse al nido huyen para evitar ser atrapadas, debido a su docilidad fue posible recolectar individuos directamente del panal con pinzas cuando se encontraron a baja altura, sin necesidad de utilizar las trampas pegantes. Otro aspecto importante es que pueden encontrarse sus panales desde baja altura en arbustos hasta mediana altura en árboles más grandes como *Bursera simaruba*, además sus enjambres no son muy grandes.

Estas avispas se alimentan principalmente de cadáveres de animales, son necrófagas, aunque también se alimentan de larvas de insectos, principalmente lepidópteros (West-Eberhard 2006).

El panal de *Agelaia centralis* es del tipo descubierto, con celdas expuestas, y pegado a la vegetación por medio de un peciolo, suelen haber pocos individuos por panal, observándose menos de la decena (Figura 18-B).

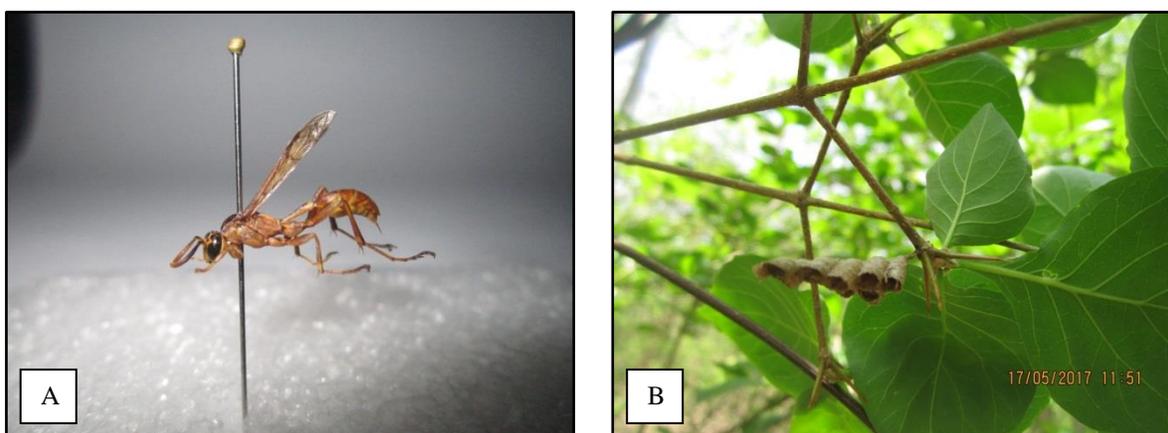


Figura 18: A) individuo adulto de tamaño mediano de *Agelaia centralis*. B) Morfología del panal de *A. centralis* (autoría propia).

C) *Agelaia panamensis* (Cameron)

Esta especie de coloración negruzca, tamaño mediano y bastante agresiva (figura 19-A), fue encontrada solo en el ecosistema del bosque Rivereño, identificando solamente dos panales, su conducta como lo describe O' Donnell (1995) es agresiva y además de consumir néctar de flores, esta especie junto con *Agelaia areata*, forma parte de las avispas necrófagas, ya que se ha observado en cadáveres de animales, cortando trocitos de carne y transportándolas al panal.

De acuerdo a la investigación realizada por Kumar (2009) *A. panamensis* es de las especies más frecuentes en ecosistemas de 1500 msnm, por lo que debe ser una especie con un rango de distribución diverso, que comienza desde lugares cercanos a los 50 msnm, y con preferencia a lugares con mayor altitud.

Los panales pueden ser encontrados a alturas considerables, están pegados directamente al sustrato, sus celdas están protegidas. Esta especie se caracteriza por poseer panales de forma cilíndrica de tamaño considerable teniendo un diámetro de alrededor de 20 centímetros por unos 40 de largo, donde contiene una gran cantidad de individuos (figura 19-B).

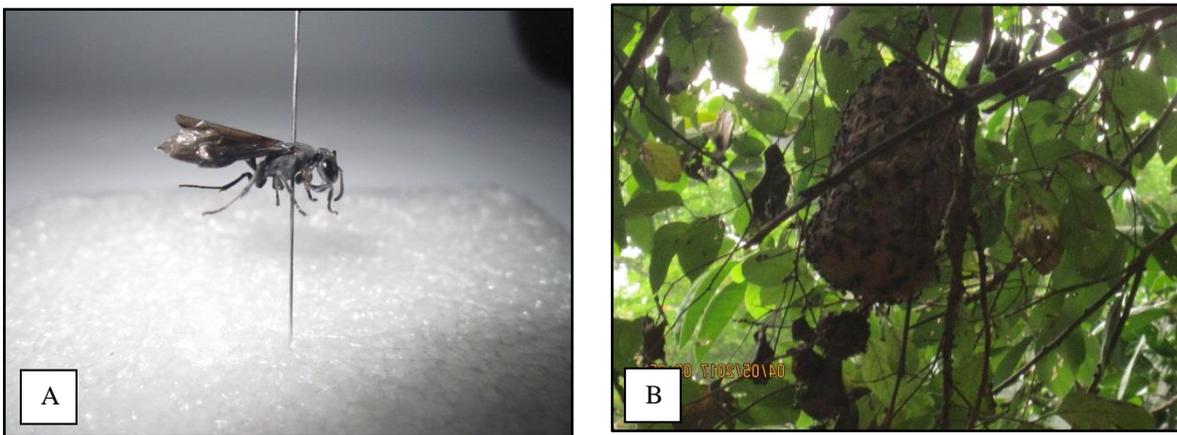


Figura 19: A) Individuo adulto de *Agelaia panamensis*. B) Morfología de panal de *A. panamensis* (autoría propia)

D) *Agelaia xantophus* (Richards)

Esta especie de color negro y tamaño mediano (20-A), fue localizada solo en el Ecosistema de bosque Perennifolio, se encontró en arbustos hasta árboles de más de 7 metros de altura. En sus panales pueden encontrarse muchos individuos, y su comportamiento es muy agresivo. Según las observaciones realizadas por Miranda (2015) esta especie anida en lugares abiertos, y muestra agresividad alta como se determinó en esta investigación.

De acuerdo a la investigación realizada por Kumar (2009) *A. xantophus* es de las especies más frecuentes en ecosistemas de 1500 msnm, por lo que debe ser una especie con un rango de distribución diverso, que comienza desde lugares cercanos a los 50 msnm como las hallada en el muestreo actual, y con preferencia a lugares con mayor altitud por la poca frecuencia en el PN Deininger.

El panal de *A. xantophus* está pegado directamente al sustrato, es cerrado, con celdas protegidas, de forma cilíndrica y de tamaño considerable y que puede alcanzar un estimado de 50 centímetros de largo por 20 de diámetro, donde se encuentran una gran cantidad de individuos por panal (20-B).

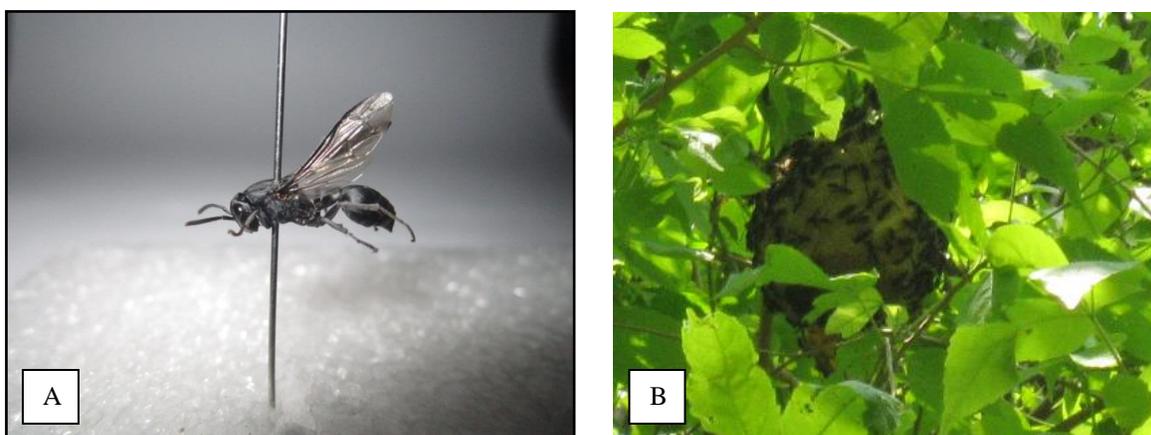


Figura 20: A) Individuo adulto de *Agelaia xantophus*, B) Morfología de Panal de *A. xantophus* (autoría propia).

E) *Agelaia yepocapa* (Richards)

A. yepocapa es una especie de tamaño medio, color amarillo con bandas negras (figura 21-A), solo fue localizada solo en el Ecosistema de bosque Caducifolio, a una altura de 2 metros; no es agresiva y al estar amenazada tiende a escapar en vez de atacar.

De acuerdo a la investigación realizada por Kumar (2009) *A. yepocapa* es de las especies más frecuentes en ecosistemas de 1000 msnm, en contraste con las bajas alturas del PN Deininger, de ahí la poca frecuencia registrada en el muestreo.

Estas avispas, al igual que *A. centralis*, se alimentan principalmente de cadáveres de animales, siendo necrófagas, y usualmente se alimentan de larvas de insectos (West-Eberhard 2006).

El panal de *Agelaia yepocapa* es pequeño, peciolado y de forma irregular con celdas expuestas, donde se pueden observar las diferentes celdas unidas, la cantidad de individuos en el nido oscila desde unos pocos hasta 20 individuos según lo observado (figura 21-B).

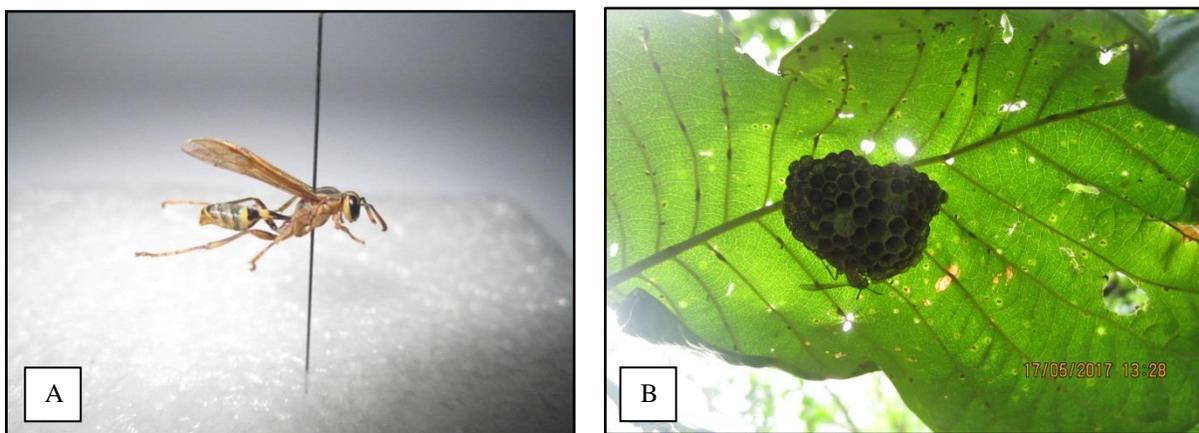


Figura 21: A) Individuo adulto de *Agelaia yepocapa*, B) Forma del panal *A. yepocapa* (autoría propia).

F) *Metapolybia azteca* (Araujo)

Esta especie fue encontrada en los tres ecosistemas del parque Deininger, es pequeña y de coloración oscura, con un abdomen bastante conspicuo y comprimido (figura 22-A), se caracteriza por ser muy dócil, aunque los panales que se encontraron a mayor altura en el bosque ribereño demostraron más agresividad a la hora de la recolecta de individuos.

Forsyth (1980) describe a *M. azteca* con preferencia a árboles grandes que poseen corteza lisa, una superficie inclinada y poca vegetación oscura; además esta especie prefiere el bosque ribereño abierto. Se les observó anidar en diferentes hospederos, sus nidos se pueden encontrar en superficies rocosas, edificaciones humanas y al menos diez especies de árboles. Sin embargo, se identificó que tienen una preferencia por *Bursera simaruba* y edificaciones humanas.

El panal de *M. azteca* está pegado directamente al sustrato, con celdas cerradas o protegidas, por lo general con una sola abertura de entrada y salida, de forma plana e irregular, con un solo estrato de celdas, y adheridas directamente al sustrato. Los que se observaron tenían un tamaño aproximadamente de 20 centímetros de largo por 1 centímetro de alto y contenían una gran cantidad de individuos (figura 22-B).

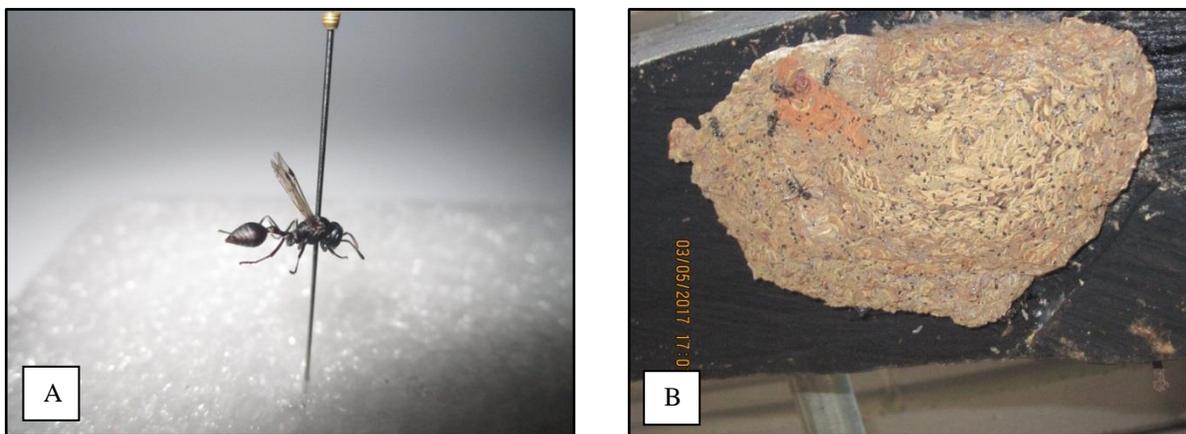


Figura 22: A) Individuo adulto de *Metapolybia azteca*. B) Morfología de panal de *M. azteca* (autoría propia).

G) *Polybia belemensis* (Richards)

Especie de coloración oscura y tamaño pequeño (figura 23-A), solo se registró en el bosque perennifolio, observando al momento de recolecta de especímenes que no eran agresivas, sus panales se encontraron a una altura promedio de dos metros, aunque hubo algunas excepciones pudiendo identificarlos a 5 metros de altura en edificaciones humanas.

Una investigación realizada por Somavilla (2015) determinó que *P. belemensis* puede ser recolectada con trampas Malaise y trampas con atrayente a base de frutas, y la describe como una especie con un estatus de dominancia baja, por lo que se considera poco frecuente o rara en los muestreos.

Sus panales están pegados al sustrato, son pequeños y de forma irregular. Están descubiertos, con sus celdas expuestas, donde depositan sus larvas o alimento, con enjambres de pocos individuos. En la imagen se observan las celdas con las crías y algunos adultos en labores de alimentación (figura 23-B).

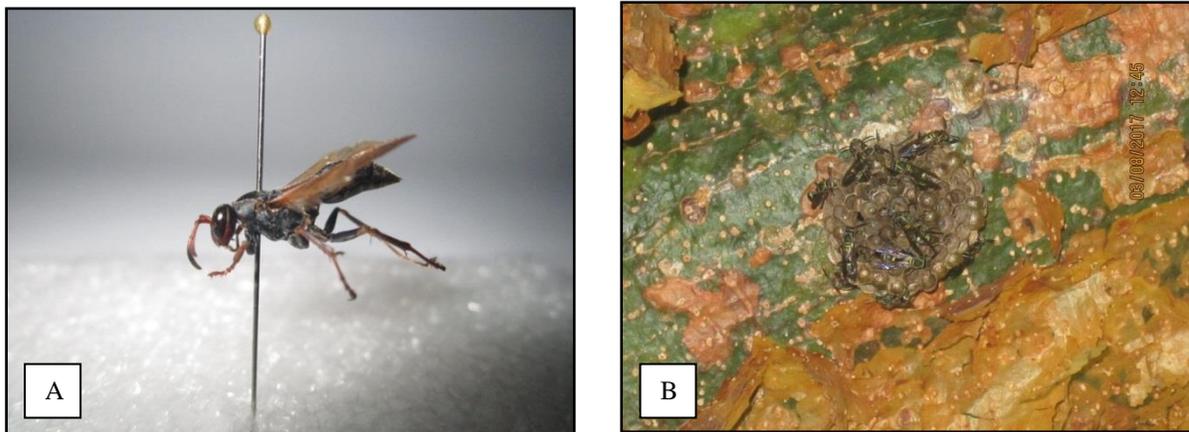


Figura 23: A) Individuo adulto de *Polybia belemensis*. B) Morfología de panal de *P. belemensis* (autoría propia).

H) *Polybia barboursi* (Bequaert)

Especie de tamaño pequeño, de coloración oscura con franjas blancas en el abdomen (figura 24-A), se encontró distribuida en los tres ecosistemas del parque Deininger, en cuanto a su agresividad, se observó que es alta, ya que a la hora de recolectar especímenes, al acercar las trampas de pegamento, atacaron inmediatamente, quedando adheridas en grandes cantidades.

P. barboursi es una especie considerada como tolerante a la perturbación, al utilizar estructuras humanas para hacer sus panales, además es dominante, ya que se distribuyó en todos los ecosistemas, en poblaciones estables.

El panal de *P. barboursi* se encuentra adherido directamente al sustrato, es de forma esférica, con celdas protegidas o cubiertas, de tamaño variable, según la colonia, donde puede albergar desde pocos individuos, hasta miles (figura 24-B).

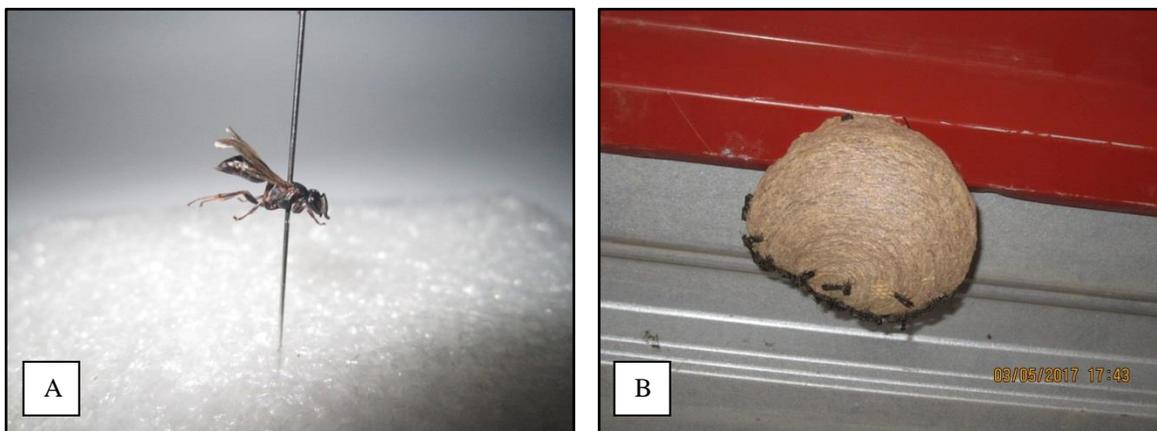


Figura 24: A) Individuo adulto de *Polybia barboursi* B) Morfología de panal de *P. barboursi* (autoría propia).

I) *Polybia occidentalis* (Oliver)

Especie de tamaño pequeño, de coloración oscura con bandas negras (figura 25-A), se encontró en los tres ecosistemas del parque, y además fue la más dominante debido a su frecuencia y distribución. Esta especie se caracteriza por su alta agresividad, protegen su panal de cualquier amenaza. Los panales se hallaron alturas muy variables, desde 1 metro hasta alturas de más de 10 metros, en cuanto a vegetación hospedera, donde construyen sus panales, utilizan una gran diversidad de árboles y arbustos, además de edificaciones humanas.

Según Sarmiento (1997) *P. occidentalis* es una especie tolerante a las perturbaciones del hábitat y sus nidos se pueden encontrar en cultivos, pastizales, jardines y construcciones humanas.

Los panales de *P. occidentalis* están pegados directamente al sustrato, es cerrado, con sus celdas protegidas, poseen diferentes forma, la cual puede variar, ya que se pueden encontrar desde formas esféricas, ovaladas hasta alargadas, y sus tamaños varían, pueden ser pequeños con pocos individuos hasta grandes con muchos individuos (figura 25-B).

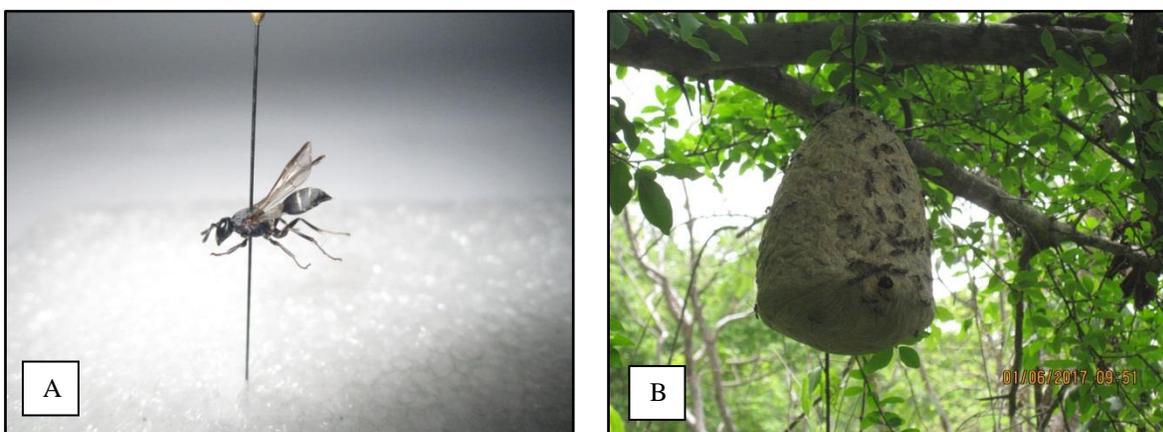


Figura 25: A) Individuo adulto de *Polybia occidentalis*. B) Morfología de panal de *P. occidentalis* (autoría propia).

J) *Sinoeca septentrionalis* (Richards)

Esta especie es de tamaño grande, con una coloración azul oscura tornasol, por lo que es bastante conspicua (figura 26-A). West-Eberhard et al. (1995) la describe de tamaño grande, entre 1.5 a 2.5 centímetros de largo, y con una pequeña mancha roja particular en la región mandibular. Normalmente construye sus panales en ramas y troncos principales de árboles de gran altura, muy elevado de la vegetación circundante.

Esta especie se registró en el bosque perennifolio, y se clasifican como bastante agresivas, son depredadoras de otros insectos, West-Eberhard (2006) señala que se alimentan de larvas de Lepidoptera.

Los panales de *Sinoeca septentrionalis* están adheridos al sustrato por toda la parte inferior sobre ramas o troncos de árboles de tamaño considerable, son grandes de 20 centímetros a casi un metro de largo, poseen un surco o quiyá en la parte superior, y su forma es como un domo alargado, además es cerrado, con celdas protegidas, está habitado por muchos individuos (figura 26-B). Como dato adicional, el ing. Agrónomo Rafael Menjivar (comunicación personal), manifestó que esta especie ha sido confundida erróneamente con *S. surinamensis*, debido a que dicha especie solo esta reportada para Sur América.

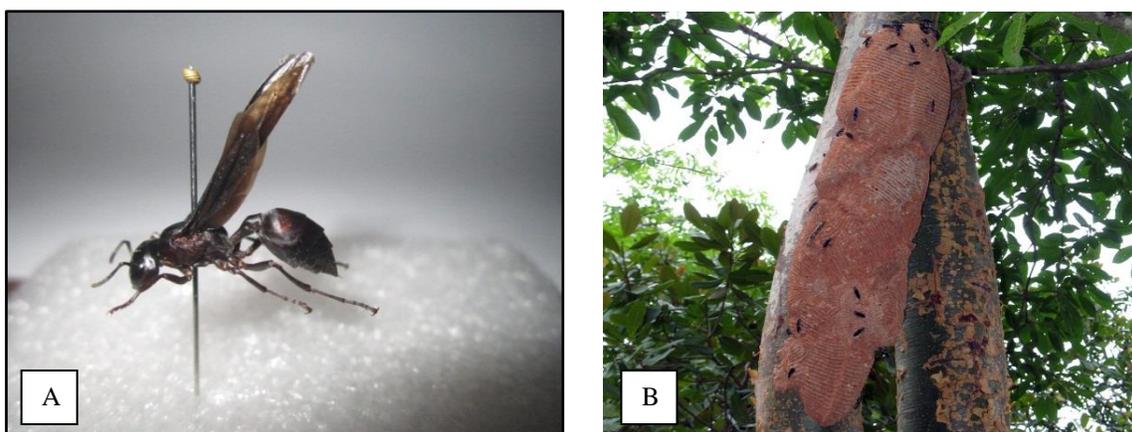


Figura 26: A) Individuo adulto de *Sinoeca septentrionalis*. B) morfología de panal de *S. septentrionalis* (tomado de internet).

Tribu Mischocyttarini

K) *Mischocyttarus pallidipectus* (Smith)

Avispas medianas de color negro, con manchas amarillas en articulaciones (figura 27-A). Los miembros de esta especie son dóciles, al sentir una amenaza huyen cuando el panal es perturbado. Anidan en lugares abiertos y cerrados, generalmente sobre arbustos. Se relacionan con otras especies de avispas, con frecuencia anidan cercanas a avispas del género *Polybia*, que les dan protección contra depredadores. Además sus nidos se encuentran a poca altura, y con pocos individuos, desde 2 hasta 20.

M. pallidipectus se alimentan principalmente de insectos, centran sus ataques en telas de araña, de donde roba polillas, hormigas, ninfas de Hemíptera y saltamontes (West-Eberhard 2006).

La forma del panal de *M. pallidipectus* es irregular, de tamaño pequeño, están pegados al sustrato por medio de un peciolo, las celdas son expuestas. Mantienen celdas para el almacenamiento de alimento y otras para el desarrollo de sus crías (figura 27-B).

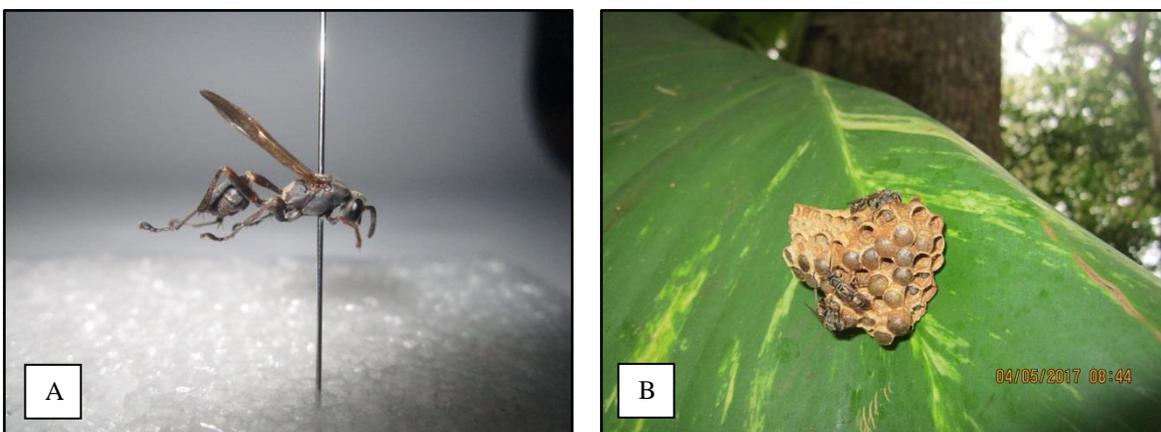


Figura 27: A) Individuo adulto de *Mischocyttarus pallidipectus*. B) Morfología de panal de *M. pallidipectus* (autoría propia).

L) *Mischocyttarus tolensis* (Richards)

Avispas medianas de color negro, con manchas amarillas en articulaciones (figura 28-A). Los miembros de esta especie, al igual que *M. pallidipectus* son dóciles, al sentir una amenaza huyen cuando el panal es perturbado. Se encontró distribuida en los tres ecosistemas del parque, respecto a la altura de sus enjambres, estos pueden localizarse desde unos pocos centímetros hasta alturas medias de 8 metros, en árboles como *Bursera simaruba*.

M. tolensis al igual que *M. pallidipectus* se alimenta de insectos, que roba de telas de araña, entre los cuales están; polillas, hormigas, ninfas de hemíptera y saltamontes (West-Eberhard 2006).

La forma del panal de *M. tolensis* es irregular, de tamaño pequeño, unido al sustrato por un pedicelo, con celdas cilíndricas expuestas, en los que se encuentran pocos individuos que van desde 6 hasta 20, en labores de alimentación y protección de las larvas (figura 28-B).

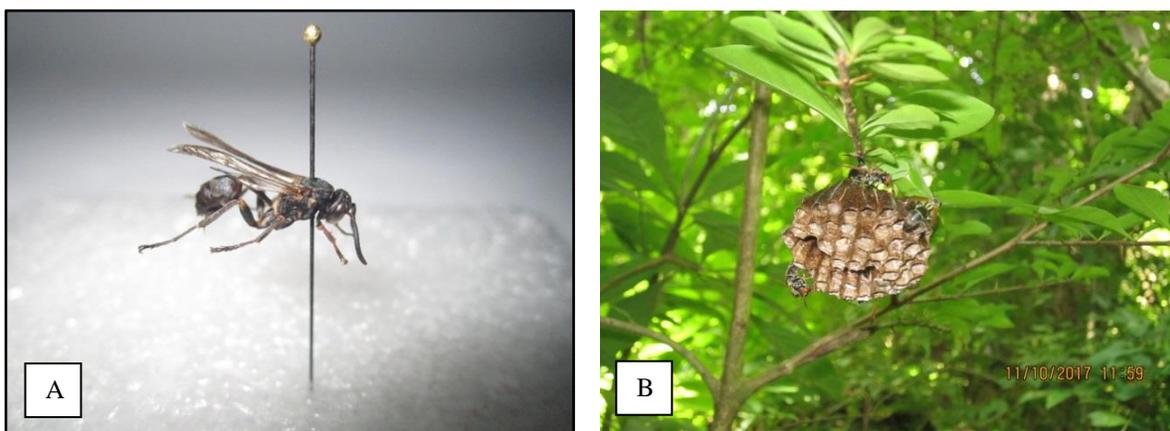


Figura 28: A) Individuo adulto de *Mischocyttarus tolensis*. B) Morfología del panal de *M. tolensis* (autoría propia).

Tribu Polistini

M) *Polistes carnifex* (Richards)

Avispas grandes y conspicuas, de color amarillo con bandas marrones (figura 29-A). La longitud de las alas alcanza 20 mm, son robustas, tienen una amplia distribución en todo el continente Americano (Garcete 1999). Generalmente prefieren ecosistemas con presencia de agua, en las recolectas que se realizaron, se registró que son bastante dóciles y rara vez atacan, al ser molestadas tienen a dejar el panal desprotegido y huyen.

Generalmente construyen sus panales aislados de otras especies, en plantas de hojas anchas como el platanillo (*Heliconia latispatha*) y en construcciones humanas, además se le observó asociada con *P. instabilis*.

La forma del panal de *P. carnifex* es irregular, de tamaño mediano, unido al sustrato por un pedicelo, con celdas cilíndricas expuestas y de gran tamaño, con larvas y para almacenaje de alimento (figura 29-B).

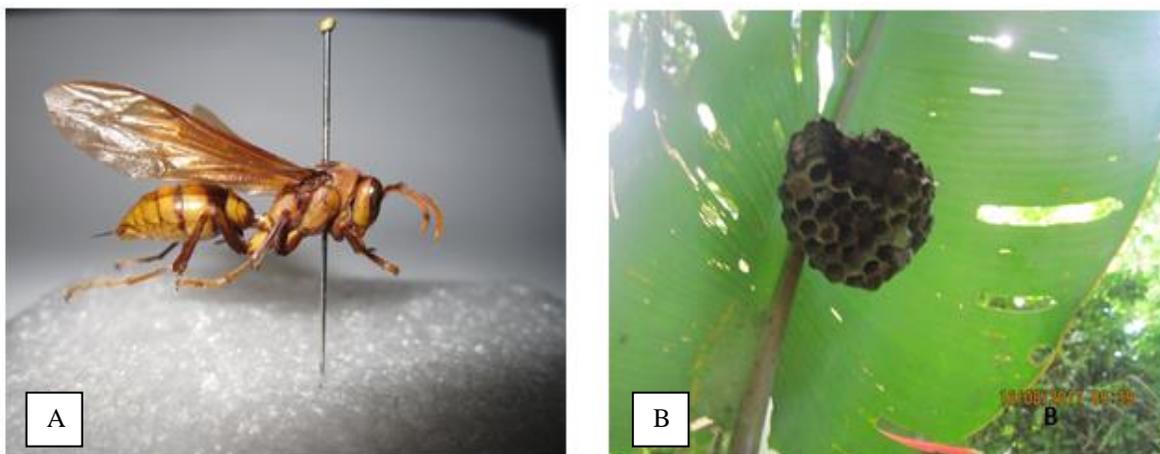


Figura 29: A) Individuo adulto de *Polistes carnifex*. B) Morfología del panal de *P. carnifex* (autoría propia).

N) *Polistes instabilis* (de Saussure)

Esta especie de tamaño grande, con coloración amarilla y bandas marrones a lo largo del cuerpo (figura 30-A), es bastante conspicua y la segunda más abundante de los tres ecosistemas, además se caracteriza por ser la única que presenta nidos descubiertos de forma vertical, las hembras de *P. instabilis* se caracterizan por tener el clípeo de tonalidad amarillo-rojiza; mientras que en el macho es negro, son bastante agresivas, pero se documentó casos donde eran muy dóciles, al punto de acercarse a poca distancia sin obtener reacción de estas, este comportamiento se identificó en aquellos panales que están con poca exposición solar, mientras que, los hallados en lugares abiertos y con mayor exposición solar, si se observó mayor agresividad, dicho comportamiento podría estar asociado al estrés causado por la radiación solar que recibe la colonia.

Los panales de *P. instabilis* son de tamaño considerable, varían desde unos pocos centímetros hasta unos 40, dependiendo la cantidad de individuos, tienen forma alargada, como una hoja o lengua, de ahí su nombre lengua de vaca, con las celdas expuestas, sus colonias son numerosas, la altura suelo-árbol de los panales oscila desde 1 metro hasta un registro de 8 metros de altura (figura 30-B).

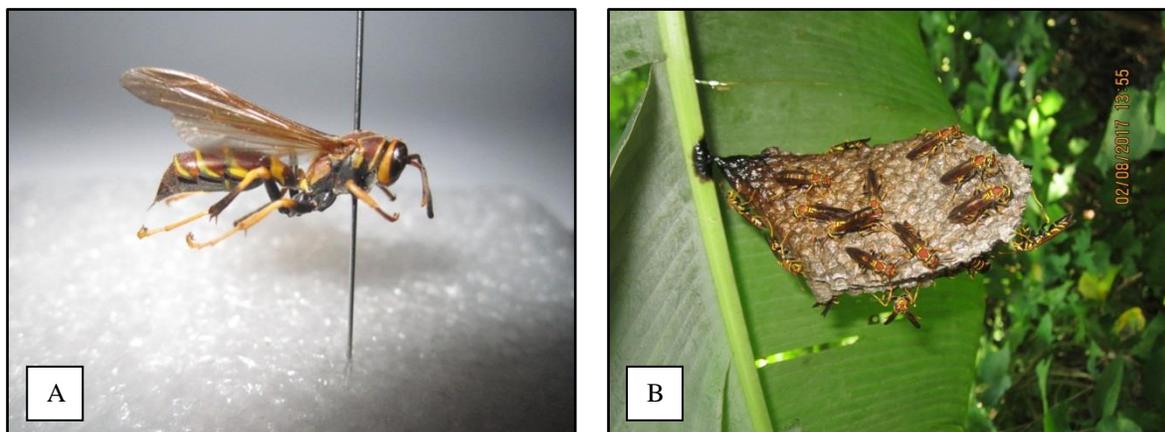


Figura 30: A) Individuo adulto de *Polistes instabilis*. B) Morfología del panal de *P. instabilis* (autoría propia).

5.3.1 Características ecológicas de avispas Polistinae del PN Walter Thilo Deininger.

Altura suelo-árbol de panales de avispas Polistinae.

Dentro de los datos ecológicos para cada especie se tomó la altura del panal suelo-árbol, de esto se calculó el promedio de cada especie, para tener una idea de la altura a la que generalmente ocurren sus panales (figura 31).

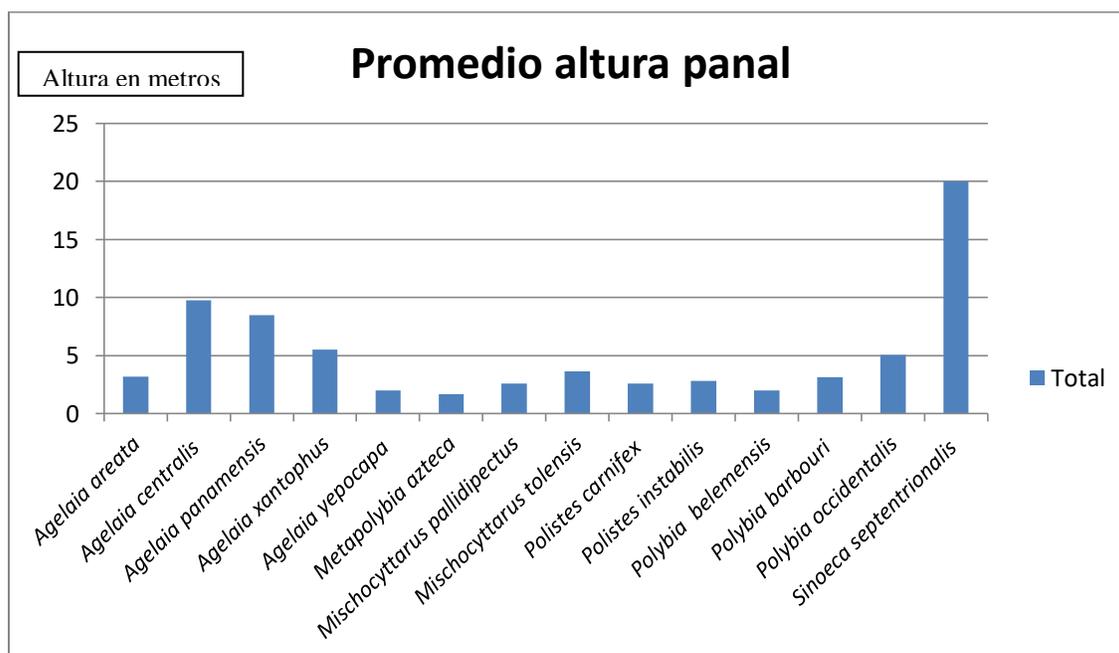


Figura 31. Promedio de altura (suelo-árbol) de panales de avispas Polistinae recolectadas durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

La altura está relacionado con las especies vegetales hospederos de los panales de cada especie, algunas especies anidan en árboles de gran altura, como; *Sinoeca septentrionalis* se encontró en Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y *Agelaiá centralis* en Tambor (*Omphalea oleífera*).

Relaciones de avispas Polistinae con otras especies.

Flora

La diversidad de hospederos fue de 35 especies vegetales y uno artificial (estructuras antropogénicas), de las especies reportadas, *Heliconia latispatha* fue la más frecuente (30), seguido por *Musa x paradisiaca* (16). Los árboles *Randia armata* y *Ximena americana*, además de las estructuras humanas (casas, glorieta y estructuras de madera parte de los juegos del parque) también tuvieron una preferencia como hospederos, con una frecuencia de 11 cada uno. Las demás especies presentaron una frecuencia menor a 10 (figura 32)

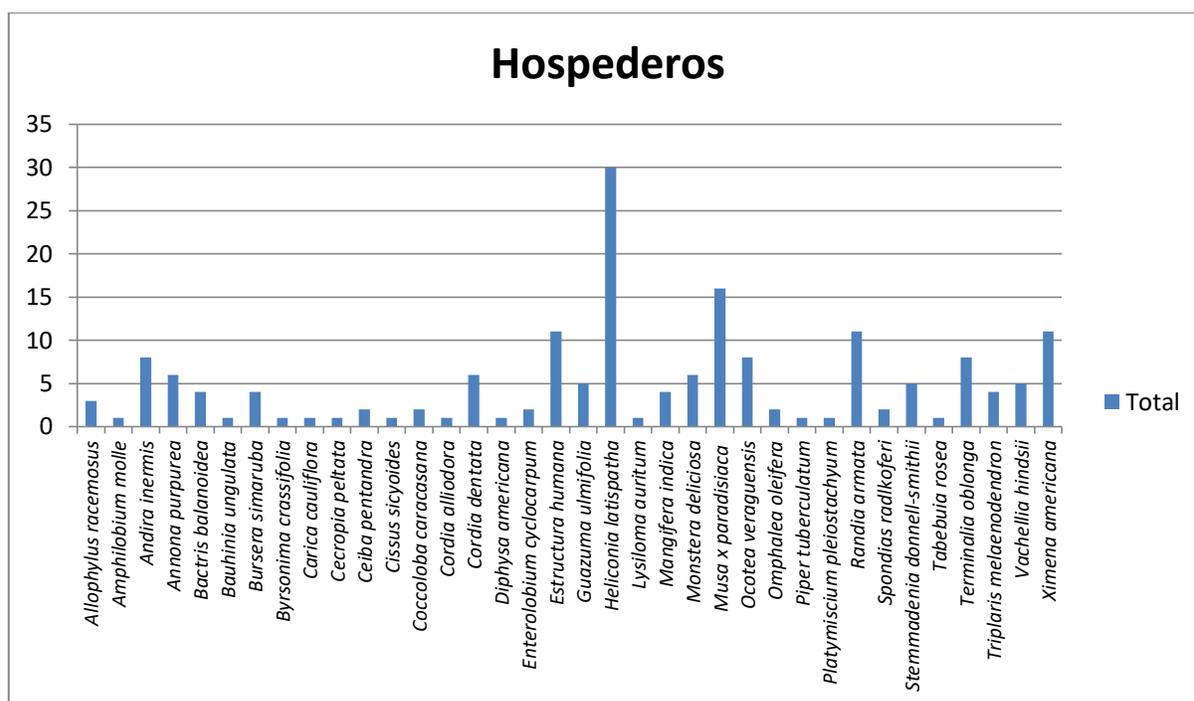


Figura 32. Árboles hospederos de avispas Polistinae registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Con respecto *Heliconia latispatha* y *Musa x paradisiaca*, las Polistinidos que más los anidaron fueron *Polistes instabilis* y *Polybia occidentalis*, ambas con la mayor abundancia en el muestreo. Estas especies de avispas prefieren plantas de hojas anchas, que les brindan protección contra la exposición solar, lluvia, las mantienen ocultas de depredadores y además de esto crecen en ecosistemas con cuerpos de agua cercanos.

Fauna

Durante los recorridos se documentó las diferentes interacciones de las especies de avispas Polistinae entre sí y con otros organismos.

Polybia occidentalis y *Mischocyttarus tolensis*

Una de las asociaciones más frecuentes registradas durante los muestreos fue entre *Polybia occidentalis* con *Mischocyttarus tolensis* y *M. pallidipectus* (Figura 33). Al menos la mitad de las observaciones del género *Mischocyttarus* se encontró asociada al género *Polybia*.



Figura 33. Relaciones entre los géneros *Mischocyttarus* en círculo rojo y *Polybia* al centro registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Orthoptera de la familia Tettigoniidae

También se registró la asociación de un ortóptero de la familia Tettigoniidae con avispas Polistinae; *Polistes instabilis* y *Mischocyttarus pallidipectus* (figura 34).



Figura 34. Relaciones entre avispas de la subfamilia Polistinae y ortóptero Tettigoniidae registrados durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

Hormigas

Se registró hormigas atacando panales u ocuparlo de vivienda, estas son consideradas unas de las principales amenazas para los panales de avispas sociales. La especie que se observó atacando y ocupando un panal de *Polybia sp*, es la hormiga *Camponotus sp* (figura 35).



Figura 35. Relación entre avispas Polistinae y hormigas del género *Camponotus* registrado durante el muestreo del PN Deininger, departamento de La Libertad. Mayo-octubre 2017.

VI. Discusión

Los primeros registros de avispas de la subfamilia Polistinae para El Salvador, es un estudio general de entomofauna de Berry y Salazar (1957), el cual registró 6 géneros, los cuales también fueron registrados por un estudio más específico del taxón realizado por Miranda (2015) en el ANP La Magdalena, además registró 3 géneros más; *Apoica*, *Metapolybia* y *Sinoeca*.

En esta investigación se determinaron 6 géneros, todos registrados por Miranda (2015), tomando en cuenta que el estudio de Berry y Salazar (1957) fue un estudio general de la entomofauna para el país, es más adecuado realizar una comparación con el estudio de Miranda (2015).

Con respecto a las especies de avispas Polistinae, el estudio de Berry y Salazar (1957) registró 8 especies, mientras en el estudio realizado por Miranda (2015) se determinaron 20 especies para el ANP La Magdalena, 6 especies más que el estudio actual, donde se determinaron 14 especies para el PN Deininger. En la investigación de Berry y Salazar (1957), hay dos especies reportadas (*Agelaia angulata* y *A. pallipes*) que no aparecen en los inventarios realizados por Miranda (2015), ni por la investigación actual, tampoco aparecen en los listados de Costa Rica y Guatemala, sin embargo se hallaron reportadas para Sur América, por lo cual deberían estar reportadas para Guatemala y Costa Rica o dificultaría su presencia en El Salvador.

La riqueza de avispas de la subfamilia Polistinae en la región, está en proceso de ser determinada, Costa Rica es el país que más investigaciones ha realizado, teniendo el mayor registro con 18 géneros (Valverde 2010); para Guatemala se registran 10 géneros (Carpenter 2012) y para El Salvador actualmente se tiene 9 géneros reportados por Miranda (2015) y esta investigación (mayo a octubre de 2017), solo de dos Áreas Naturales Protegidas (ANP La Magdalena y PN Walter Thilo Deininger), por lo tanto la cantidad de géneros podría aumentar al extender las investigaciones. Para los demás países de

Centroamérica, no hay investigaciones específicas sobre las avispas Polistinae, pero es probable que se mencione especies en listados de entomofauna general.

Para la región centroamericana solo Costa Rica y Guatemala presentan una lista de las especies de avispas de la subfamilia Polistinae, anteriormente son los únicos con estudios específicos del taxón. En El Salvador el primer registro específico para el grupo fue el estudio realizado por Miranda (2015).

Para Costa Rica, Valverde (2010) menciona 107 especies de avispas Polistinae, y para Guatemala se registran 45 especies (Carpenter 2012), ambos mencionan la polistofauna total registrada en todo el territorio. Mientras que para El Salvador, actualmente se registran 25 especies entre Miranda (2015) y la presente investigación, solo en dos áreas protegidas, presentando más de la mitad de la biodiversidad de especies registradas para Guatemala, y casi un cuarto de las especies de Costa Rica. Otros países con una extensión territorial mucho más amplias, presentan una mayor diversidad; por ejemplo Colombia y Brasil registran más de 200 especies en cada país (Sarmiento 1997, Silveira 2008).

Con respecto al análisis de datos, la riqueza observada varió respecto a la riqueza estimada, la mayor variación la tuvo el bosque Perennifolio, donde la riqueza estimada (20 especies) fue casi el doble de la observada (11 especies), para el bosque caducifolio y el ribereño la riqueza estimada (11 especies) y la observada (9 especies) no variando significativamente.

El contraste entre la riqueza observada y la estimada, implican que faltó recolectar individuos de especies con baja abundancia, que sin duda, es un gran esfuerzo adicional de muestreo para su registro. Aunque los resultados de la curva de cobertura del muestreo alcanzaron un 95% de confiabilidad, por lo cual se puede considerar aceptable la riqueza obtenida para cada ecosistema.

Al realizar el muestreo algunas especies pueden no haber sido recolectadas, esto se debe a que el esfuerzo de muestreo suele ser insuficiente por restricciones logísticas, resultando una diversidad observada menor a la esperada (Moreno 2011), en este caso la metodología

limitada a senderos, permite recolectar especímenes de vegetación abierta, algunas especies vegetales no crecen a los lados de senderos, y algunas especies de avispas suelen ser especialistas, ya que buscan especies vegetales en particular para construir sus panales. Según Santos *et al.* (2007, 2009), los ecosistemas naturales presentan una mayor riqueza y diversidad de avispas sociales debido a que poseen una mayor diversidad de formas vegetales, heterogeneidad y complejidad estructural, variedad de recursos alimenticios, así como la oferta de microhábitats.

Para determinar la riqueza total se tendría que hacer un esfuerzo de muestreo mayor, para encontrar a especies especialistas. Porcentualmente solo faltaría un 0.5% de la diversidad, conviene tener presente que un inventario real no llega a completarse nunca, por lo que la estimación final del número de especies depende de la resolución temporal y espacial que se emplee en el muestreo (Jiménez 2003).

La riqueza observada de especies de avispas Polistinae en el PN Deininger es de 14 especies, según la curva de acumulación de especies podría estar en un rango de 11 a 23 y al compararla con otras investigaciones en ecosistemas similares se determina una riqueza observada normal, en el estudio de López (2013) se determinaron 15 especies de avispas Polistinae en un relicto de bosque seco tropical en Colombia. La investigación de Miranda (2015) en el ANP La Magdalena, que también posee partes de bosque seco tropical, determinó 20 especies, por lo que con mayor esfuerzo de muestreo podría llegarse a una cantidad similar en el PN Deininger.

La mayor riqueza de especies de avispas Polistinae del ANP Magdalena en comparación al PN Deininger, puede explicarse por el acceso a recursos, además la ANP La Magdalena se clasifica como un Bosque Húmedo Subtropical (MARN 2011) y con partes de Bosque Seco Tropical en la parte baja, sobre esto Colwell & Less (2000) plantean que la alta riqueza es producto de la convergencia o solapamiento de rangos de distribución altitudinal.

La diversidad de orden 1 fue similar para todos los ecosistemas, el bosque Caducifolio fue 1.05 veces más diverso que el bosque Perennifolio, y este último fue 1.03 veces más

diverso que el bosque Ribereño, por lo que no existe una diferencia significativa en su diversidad. De igual manera tampoco hubo una diferencia entre el bosque Ribereño y Caducifolio, donde este último fue 1.08 veces más diverso. Esto se debe a que las dos especies más abundantes del muestreo (*Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis*) presentaron una distribución de abundancias muy similar en los tres ecosistemas.

La mayor diversidad de orden 2 que presentó el bosque Caducifolio, se explica debido a que la especie más abundante en todos los ecosistemas (*Polybia occidentalis*), presentó una menor abundancia en este ecosistema, por lo que hay una mayor equidad entre la distribución de abundancias de especies comunes. En cuanto a la baja diversidad del bosque Perennifolio y al Ribereño, se debe a que solo *P. occidentalis*, ocupó un 51 y 45 por ciento de la abundancia de esos ecosistemas respectivamente, respecto a las demás especies.

La especie más común del muestreo (*Polybia occidentalis*) y su Abundancia Relativa en cada ecosistema, Perennifolio (51%), Ribereño (45%) y bosque Caducifolio (34.6%), denota claramente la dominancia que ejerce sobre las demás especies y su influencia en el comportamiento en la diversidad. En el estudio realizado por López (2013) en el departamento de Sucre, Colombia, *P. occidentalis* también fue la especie más frecuente en los tres sitios con el 23,1 % (n=36) del total de nidos registrados. Sobre esto Carpenter (2002) y West-Eberhard (2006) mencionan que el género *Polybia* es el más diverso y común de encontrar en el neotrópico, y sus individuos y panales son los abundantes en muestreos de Polistinae.

Las especies *Polybia occidentalis*, y *Polistes instabilis* se encontraron en mayor cantidad en todos los ecosistemas del PN Deininger. Estos dos géneros también fueron los más abundantes que registró Miranda (2015) en el ANP La Magdalena. En cambio *Sinoeca septentrionalis*, *Agelaia panamensis*, *A. xantophus*, *A. Yepocapa* y *Polybia belemensis*, solo se encontraron distribuidas en un único ecosistemas, y resultaron ser las especies con la menor frecuencia registrada.

Considerando la baja abundancia observada para algunas especies, puede interpretarse como aparente rareza, sin embargo también podría influir la metodología aplicada en los muestreos, donde únicamente se recorrió senderos y no vegetación cerrada. Esta interpretación resulta especialmente admisible para algunas especies de avispas Polistinae que viven en tipos de vegetación específica, la cual no crece a los lados de senderos.

La distribución está relacionado a la abundancia, las especies más abundantes están mejor adaptadas a los tipos de ecosistemas presentes en el Parque Deininger, y esto se debe a la capacidad de aprovechar los recursos a su alrededor. Se puede predecir que las especies generalistas como *Polybia occidentalis* y *Polistes instabilis* que ocupan varios tipos de hábitat, exhiben poca especificidad por las condiciones del microhábitat dentro de un hábitat particular (Seamons y Adler 1996). Contrariamente, las especies menos abundantes como *Sinoeca septentrionalis*, *Agelaia panamensis*, *A. xantophus*, *A. yepocapa* y *Polybia belemensis*, podrían estar restringidas a un solo hábitat, incluso estar especializadas en un microhábitat particular dentro de ese hábitat (Brown y Pavlovic 1992).

La prueba de Kruskal-Wallis con un valor de $-P= 0.880651$, determinó que no existen diferencias significativas entre las medianas de los 3 ecosistemas del PN Deininger. Este resultado fue similar al del análisis de conglomerados. Pero al comparar el resultado con la diversidad de especies efectivas de la serie de Hill, los ecosistemas si mostraron algunas diferencias en cuanto a la riqueza y diversidad de especies, aunque tampoco fueron demasiado significativas.

Con respecto a las características ecológicas de las especies, *Polybia occidentalis* se encontró relacionada con 27 hospederos distintos, además es la especie más frecuente, por lo tanto no tiene una preferencia tan específica en cuanto a donde hacer su panal, *Polybia barbouri* y *Polistes instabilis* se hallaron en 11 hospederos distintos cada una, su preferencia tampoco es alta, al igual que *Mischocyttarus tolensis*. Las demás especies se encontraron en menos de 5 hospederos, por lo que pueden tener preferencias en la selección de hospederos, aunque su frecuencia en el muestreo fue baja.

Con respecto a la altura de los panales, *Agelaia centralis* y *A. panamensis*, se hallaron solo a alturas de entre 8 y 10 metros suelo-árbol. *Polybia occidentalis* bastante frecuente en el muestreo, promedia una altura de 5 metros, y su rango es bastante diverso, se halló desde menos de 1 m de altura hasta más de 15 m, Miranda (2015) también registró un rango bastante variado en la altura de los panales del género *Polybia*, desde 1 m hasta más de 20 m y una altura promedio menor de 5 m en la mayoría de especies. *Sinoeca septentrionalis* fue el que se encontró a una mayor altura (20 m), sin embargo solo se encontró un solo panal en todo el muestreo, Miranda (2015) también obtuvo un registro de esta especie a una altura de 8 m.

Las especies de avispas Polistinae de panales conspicuos anidan a alturas mayores de dos metros, sobre todo cerca de ambientes antrópicos, donde los humanos constituyen uno de sus principales enemigos al destruir sus panales (Prezoto 1999). La mayoría de panales registrados en esta investigación se hallaron a alturas arriba de 2 metros.

La asociación de las avispas del género *Mischocyttarus* con avispas del género *Polybia*, podría definirse como comensalismo, ya que *Mischocyttarus* se beneficia debido a la protección que le brindan los enjambres de *Polybia*, al ser más numerosas y agresivas, estas últimas no se benefician, pero tampoco son perjudicadas por dicha asociación. Sobre esto West-Eberhard *et al.* (2006) reportó que las siguientes especies presentan relaciones; *Mischocyttarus rufidens*, la cual anida cerca de *Polybia plebeja* y *Parachartergus apicalis*, además *Mischocyttarus pallidipectus* anidan cerca de *Polybia plebeja*. Y menciona como objetivo una relación donde las avispas Polistinae de menos agresividad pueden mimetizar o construir sus nidos junto a especies más agresivas en busca de defensa.

La interacción del ortóptero *Ancistrocercus salvadoricus* con avispas Polistinae, también fue reportado por Miranda (2015), en sus muestreos lo registró asociado con *Polistes instabilis*, *P. carnifex*, *P. oculatus* y *Polybia rejecta*. Downhower y Wilson (1973), También reportan una especie de *Ancistrocercus* asociado a avispas Polistinae, registrando *A. inficitus* asociado con nidos de *Polistes*, *Polybia*, *Agelaia*, *Synoeca* y *Mischocyttarus* en Costa Rica.

La relación entre el *A. salvadoricus* y polistínidos observada es bastante peculiar. Sobre esto, Downhower y Wilson (1973) afirman que tienen una relación simbiótica comensalista o mutualista, y que ambos obtienen beneficios, por una parte los Tettigónidos obtienen protección contra los depredadores durante su período de inactividad diurna y las avispas ganan una advertencia adicional de la aproximación de depredadores al nido. Sin embargo O'donnell (1993) sostiene que también existe una relación de depredación, donde los saltamontes se benefician y los polistínidos resultan afectados. De acuerdo a sus observaciones, los Tettigónidos son depredadores ocasionales de avispas sociales, sobre todo del género *Polistes*, estos esperan las horas de actividad de las avispas y al encontrarse el panal desocupado, se alimentan de las larvas.

Las hormigas tienen unas de las interacciones naturales que más afectan a las avispas Polistinae, son la mayor amenaza depredadora para las colonias de avispas sociales en el neotrópico (Jeanne 1990). Algunos estudios señalan a las hormigas de la familia Ecitoninae como las principales responsables de la depredación de panales (Jeanne 1979; Wenzel 1991). La relación que tienen es de parasitismo, donde las hormigas se ven beneficiadas al consumir las larvas de polistínidos, estas últimas se ven claramente afectadas, abandonan sus panales.

La hormiga ejército (*Eciton burchelli*) han sido reportada atacando panales y consumiendo larvas de avispas sociales (*Agelais yepocapa*) en Costa Rica. También se ha reportado que el género *Mischocyttarus* ha desarrollado una estructura al final del esternito abdominal en forma de penacho con cerdas largas que segrega una sustancia química, la cual aplican al peciolo del panal y funciona como defensa para repeler hormigas. Además menciona que todas las avispas sociales han evolucionado ciertas medidas de defensa contra las hormigas (Jeanne 1970, 1990). Van der Vecht (1960), descubrió que otros miembros del género *Polistes*, *Parapolybia* y *Ropialidia* (exceptuando a *Icarielia*) también poseen una estructura similar a *Mischocyttarus*, al final del esternito abdominal en forma de penacho, por lo que es posible que este tipo de defensa química pueda ocurrir en otras avispas sociales.

VII. Conclusiones

De acuerdo las condiciones en que se realizó la presente investigación, se concluye que:

En esta investigación se determinaron 14 especies, de las cuales 5 son nuevos registros para El Salvador; *Agelaia xantophus*, *Metapolybia azteca*, *Mischocyttarus tolensis*, *Polybia belemensis* y *P. barbouri*.

La mayor riqueza de especies del Bosque Perennifolio se debe a diversidad en los hospederos, cercanía de cuerpos de agua y el monocultivo de *Musa* adyacente a este ecosistema, que suponen una fuente de alimento.

El PN Deininger tiene una riqueza de especies dentro del rango normal, a pesar del alto grado de perturbación antropogénicas a que se ve sometido, principalmente por los incendios. Posiblemente por el grado de adaptabilidad de algunas especies de polistínidos.

Los resultados obtenidos del análisis de conglomerados y la prueba Kruskal wallis demostraron que no hay diferencias significativas estadísticamente entre los ecosistema, habiendo una composición similar de especies en cada uno.

Las avispas Polistinae tienen interacciones importantes con otros organismos de sus ecosistemas, lo cual las vuelve una pieza fundamental en el ensamblaje del bosque, al ser controladoras de otras especies de insectos, polinizadores, dar protección a otros organismos y ser alimento de otros.

VIII. Recomendaciones

Continuar con inventarios de diversidad de avispas de la subfamilia Polistinae, para otras zonas del país con el propósito de completar el inventario de polistinidos para El Salvador.

Para poder determinar la riqueza total de PN Deininger es necesario un mayor esfuerzo de muestreo, que se desarrolle durante las dos épocas del año y que emplee métodos más exhaustivos de búsqueda, no limitada solo a senderos.

Realizar investigaciones más específicas sobre las interacciones entre las avispas Polistinae y otros taxones, su relación con el cambio climático, y la influencia de factores microclimáticos en su distribución, para evaluar de mejor manera su importancia en los ecosistemas.

Esta investigación sirve de base para futuras investigaciones, puede ser de utilidad en cualquier plan de manejo y conservación de la biodiversidad, ya que algunas especies de avispas Polistinae son poco tolerantes a perturbaciones de hábitat, por lo que pueden ser útiles para medir cambios en los ecosistemas.

IX. Referencias bibliográficas

- Ayala R, Meléndez V. 2017. Familia Vespidae. Fundamentos de Entomología Forestal. 1st ed. Mexico. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320696208_Familia_Vespidae
- Alvarenga R, Castro M, Prezoto H, Prezoto F. 2010. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in southeastern Brazil. *Sociobiology*. 55 (2):445–452.
- Aguirre Z. 2013. Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Autónoma de Loja. 82p.
- Berry P, Salazar M. Lista de insectos clasificados de El Salvador. Boletín técnico N° 21.
- Bohart G, Parker F, Tepedino V. 1982. Notes on the biology of *Odynerus dilectus* (Hym.: Eumenidae), a predator of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Col.: Curculionidae). *Entomophaga*. 27:23–31.
- Brothers D, Carpenter J. 1993. Phylogeny of Aculeata: Chrysidoidea and Vespoidea (Hymenoptera). *Journal of Hymenoptera Research*. 1 (2):227–304.
- Brown, K. 1991. Conservación de ambientes neotropicales: insectos como indicadores. En N. Collins y Thomas, J. (eds.) *Conservación de insectos y sus Ambientes*.
- Brown J, Pavlovic N. 1992. Evolution in heterogeneous environments: effects of migration on habitat specialization. *Evolutionary Ecology*. 6:360–382.
- Cardozo A, Conde D. 2007. Estructura y florística de un bosque ribereño de montaña, Parque Nacional Henri Pittier, estado Aragua. *Ernstia* [online]. 17(2): 85-110.

Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-82742007000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0252-8274.

Carpenter J. 1982. La relación filogenética y clasificación natural de Vespoidea (Hymenoptera). *Systematic entomology*. 7: 11-30.

Carpenter J. 1996. Filogenia y biogeografía de *Polistes*. En: Turillazzi S, West-Eberhard M (eds.). *Historia natural y evolución de las avispas de papel*. Oxford Science Publications. 18-57.

Carpenter J, Marques O. 2001. Contribución de los véspidos de Brasil. (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). Universidad General de la Bahía.

Carpenter J, Kojima J. 2002. Una nueva especie de avispa de papel de Costa Rica (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini). *New York Entomol. Soc.* 110(2): 212-223.

Carpenter J, Garcete-Barrett B, López A. 2012. Las Vespidae (Hymenoptera: Vespoidea) de Guatemala. *Biodiversidad*. (2):269–279.

Cerovský V, Slaninová J, Fucík V, Hulacová H, Borovicková L, Jezek R y Bednárová L. 2008. Nuevos péptidos potentes antimicrobianos del veneno de avispas Polistinae y sus análogos. *Peptides* 29: 992-1003.

Colwell R, Lees D. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution* 15:70–76.

Cubillos W, Sarmiento C. 1996. Avispas sociales de Colombia (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). En: Andrade C, Amat M, Fernández F (eds.). *Insectos de Colombia, estudios escogidos*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-CEJA, Santafé de Bogotá. 271-342

- Downhower J, Wilson D. 1973. Avispas como mecanismo de defensa de saltamontes. *The American Midland Naturalist*. 89(2): 451-455.
- Fernández S, Pujade J. 2015. Clase insecta: Orden Hymenoptera. *Revista Ibero Diversidad Entomológica*. 59: 1-36.
- Fundación Técnica pro Medio Ambiente (FUTECMA). 1994. General Management Plan for the Walter Thilo Deininger National Park, Santa Tecla, El Salvador. 50 pp.
- Garcete B. 1999. Guía ilustrada de avispas sociales de Paraguay (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). Museo de historia natural de London.
- Giannotti E. 1997. Biology of the wasp *Polistes (Epicnemius) cinerascens saussure* (Hymenoptera: Vespidae). *anais da sociedade Entomológica do Brasil*. 26 (1):61–67.
- Gómez R. 2009. Composición de lacertilios en dos tipos de vegetación: Riparia y Decidua de borde en el Área Natural Protegida Walter Thilo Deininger, Departamento de la Libertad, El Salvador. [Tesis de Licenciatura]: Universidad de El Salvador.
- Granados D, Hernández M, López G. 2005. Ecología de zonas ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 55-69.
- Grimaldi D, Engel M. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press. Cambridge New York.
- Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU). 2015. Antecedentes de incendios forestales. [Internet]. [Actualizado 19 de noviembre de 2015]. [Citado 28 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.istu.gob.sv/temas/parques-naturales/parque-natural-walter-t-deininger/incendios-forestales.html>

- Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU). 1976. Anteproyecto Del plan Maestro Parque Nacional Walter Thilo Deininger. Documento de trabajo. San Salvador, El Salvador. 44 pp.
- Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU). 1983. Resumen de análisis del Parque Nacional Walter Thilo Deininger, Sección de Información y guías, División de Turicentros y Parques Nacionales, Instituto Salvadoreño de Turismo, San Salvador, El Salvador. 5 pp.
- Janzen D. 1986. Parque Nacional Guanacaste; restauración ecológica y cultural en el trópico. San José Costa Rica. 117 pp.
- Jeanne R. 1970. Defensa química de las crías por avispas sociales. *Science, New series*. 168(3938): 1465-1466.
- Jeanne R. 1980. Evolution of social behavior in the Vespidae. *Annual Review of Entomology*. 25:371–396.
- Jeanne R. 1990. Notas sobre el ataque de hormigas ejército (*Eciton burchelli*) en una colonia de avispas sociales (*Agelaia yepocapa*) in Costa Rica. *Diario de ecología tropical*. 6: 507-509.
- Jeanne R, Graf C, Yandell B. 1995. Non size-based morphological castes in a social insect. *Naturwissenschaften*. 82:296–298.
- Kumar A, Longino T, Colwell R, O'Donnell S. 2009. Patrones de elevación en diversidad y abundancia de avispas eusociales de papel (Vespidae) en Costa Rica. *Biotropica*. 41(3): 338-346.

- Londolt P, Akre R. 1979. Occurrence and location of exocrine glands in some social Vespidae (Hymenoptera). *Annals of the Entomological Society of America*. 71 (1):141–148.
- López R, Sermeño J. 2009. Introducción a la historia natural de las mariposas diurnas (lepidoptera, papilionoidea y hesperioidea) del parque nacional walter thilo deininge de El Salvador. 60 pp.
- López Y, Canchila S, Alvarez D. 2013. Listado de avispas sociales (Vespidae: Polistinae) del departamento de Sucre, Colombia. 14(2): 108- 113
- Méndez V, Bacon C. 2005. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. *Revista LEISA de agroecología*. 27-30.
- Miranda L. 2015. Diversidad de avispas (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) del Área Natural Protegida “La Magdalena”, municipios de Chalchuapa y Candelaria la Frontera, departamento de Santa Ana. 88p.
- Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador (MARN). 2002. Catálogo de espacios naturales. Plan de ordenamiento y desarrollo territorial.
- Moreno C, Barragán F, Pineda E, Pavón N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1249-1261.
- Noll F, Gomes B. 2009. An Improved Bait Method for Collecting Hymenoptera, especially Social Wasps (Vespidae: Polistinae). *Neotropical Entomology*. 38 (4):477–481.

- Núñez O. 2000. El manejo y la participación de la sociedad civil en las áreas protegidas de Centroamérica. Fundación Defensores de la Naturaleza The Nature Conservancy PROARCA/CAPAS. 45p.
- O'Donnell S. 1995. Necrophagy by Neotropical swarm-founding wasps. (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). *Biotropica*. 27 (1):133–136.
- O'Donnell S. 1993. Interacción de saltamontes depredadores (Orthoptera: Tettigoniidae) con avispas sociales neotropicales (Hymenoptera: Vespidae): Son las avispas un mecanismo de defensa o presas?. *Entomological News*. 104(1): 39-42.
- Pedroni L, Morera M. 2002. Biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. Centro agronómico tropical de Investigación y Enseñanza.
- Prezoto F. 1999. La importancia de las avispas como agentes de control biológico de plagas. *Revista Biotecnología Ciencia & Desarrollo*. 2:24–26.
- Richards W. 1978. Las avispas sociales de las Américas. British Museum (Natural History) London. 585pp.
- Santos G, Bichara-Filho C, Resende J, Cruz J, Marques O. 2007. Diversidad y estructura de la comunidad de avispas sociales (Hymenoptera, Vespidae) en tres ecosistemas de Isla Itaparica, Bahia State, Brazil. *Neotropical Entomology*. 36: 180-185.
- Santos, G., J. Cruz, O. Marques y N. Gobbi. 2009. Diversidad de avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae) en Áreas de Cerrado na Bahia. *Neotropical Entomology*. 38(3): 317-320.
- Seamons J., Adler G. 1996. Population performance of generalist and specialist rodents along habitat gradients. *Canadian Journal of Zoology*. 74:1130–1139.

- Sarmiento C. 1996. Avispas sociales (Vespidae: Polistinae) del suroccidente Colombiano, departamento de Nariño. *Acta biológica Colombiana*. 3(2): 81- 91
- Sarmiento C, Carpenter J. 2006. Familia Vespidae. En: Fernández F, Sharkey M (eds). *Introducción a los Hymenopteros de la región tropical*. 539–555.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Perfiles Climatológicos. Consultado el 5 de febrero de 2017 y disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/perfiles+climatologicos/>
- Silveira O, Carpenter J. 1995. Una nueva especie de *Agelaia* Lepeletier de la amazonia brasileña (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). *Sociedad entomológica de Nueva York*. 103(1): 69-72.
- Silveira O, Costa S, Silveira O. 2008. Avispas sociales de dos ecosistemas de pantano en la amazonia de Brasil (Hymenoptera, vespidae, polistinae). *Acta Amazonica*. 38(2): 333-344.
- Sinzato D, Andrade F, De Souza A, Del-Claro K, Prezoto F. 2011. Colony cycle, foundation strategy and nesting biology of a Neotropical paper wasp. *revista Chilena de Historia Natural*. 84:357–363.
- Somavilla A, Andena S, Oliviera M. 2015. Avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) del Parque Nacional Jaú, Amazonas, Brasil. *EntomoBrasilis*. 8(1): 45-50.
- Smith D. 1993. Systematics, life history, and distribution of sawflies. 2–29.
- Smith T, Smith R. 2007. *Ecología. Ambiente físico. Clima*. 6th ed. Madrid: Pearson Educación, S.A

- Triplehorn C, Johnson N. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 7th ed. Belmont, C.A.: Thomson-Brooks.
- Van der Vecht J, Carpenter J. 1990. A catalogue of the genera of the Vespidae (Hymenoptera). 2-60.
- West-Eberhard M. 1969. The social biology of polistine wasps. Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan. 140:1-101.
- Wenzel J. 1991. Evolution of nest architecture. pp. 480-519. En: Ross K, Matthews R. (Eds.). The social biology of wasps. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York. 696 p.
- Windsor D. 1976. Birds as Predators on the Brood of Polybia Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a Costa Rican Deciduous Forest. *Biotropica*. 8(2): 111-116.
- West-Eberhard M, Carpenter J, Hanson P. 1995. Las avispas vespidas (Vespidae). En: Hanson P, Gauld I (Eds). *Los himenopteros de Costa Rica*. Museo de historia natural. London.
- Witsberger D, Current D, Archer E. 1982. Árboles del Parque Deiningen. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador. 342 pp.